DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 17. April 1925 | Heft 16

Neue Milzforschungen[1]).

Von Joseph Barcroft, C. B. E., F. R. S., Cambridge (England).

Der Bericht, den ich abzustatten habe, beginnt etwa in der Gegend, wo der Atlantische Ozean zur Caribischen See wird, und zwar in den letzten Tagen des Jahres 1921, als man an Deck Ihrer Majestät Schiff „Victoria" von der Pacific Steam Navigation Company drei Passagiere mit einer für gewöhnliche Ozeanreisende ungewöhnlichen Beschäftigung sehen konnte. Denn Professor Meakins, früher in Edinburgh, jetzt in Montreal, Mr. Doggart, vom Kings College zu Cambridge und ich selbst wanderten an Deck mit fest verhüllten Nasen einher, aus Gummibeuteln atmend, die wir von Zeit zu Zeit klopften und aufschüttelten. Dann und wann setzten wir uns nieder und übertrugen uns gegenseitig die Zeremonie des Beutelklopfens, doch bevor wir mit der Einatmung der „Dämpfe" des Beutels aufhörten, wurde eine kleine Menge unseres Blutes für eine Analyse entnommen. Mit anderen Worten, das Blutvolum wurde gemessen. Der Beutel enthielt Sauerstoff, mit einer bestimmten Menge von Kohlenoxyd gemischt. Das Kohlenoxyd war mittlerweile in den Lungen praktisch so gut wie gänzlich vom Blutstrom absorbiert und durch ihn verteilt, so daß sich das gesamte Blutvolum sicher bestimmen ließ, wenn man in der kleinen entnommenen Blutmenge den Gehalt an Kohlenoxyd bestimmte und diesen Bruchteil in die Menge des Kohlenoxyds im Beutel hineindividierte. Soviel beiläufig über die Methode von Haldane und Lorrain Smith, die wir angewendet haben.

Obgleich aber unser Bericht erst mit dem Eintritt in die Caribische See beginnt, hatten wir schon vorher an uns selbst Messungen gemacht, ehe wir Europa verließen, und das Gleiche hatten wir auf der Reise — unser Endziel waren die Anden — getan, so oft es das Wetter erlaubte, doch waren unsere Befunde bis dahin die gleichen geblieben; jetzt aber schienen sie in jeder Beziehung falsch zu werden; augenscheinlich wuchs das Blutvolum an. Mehr noch, nicht allein die Flüssigkeitsmenge, sondern auch das Hämoglobin im Kreislauf nahm zu. Dies war am bedenklichsten, weil wir die Absicht hatten, die Veränderungen des Blutfarbstoffes auf hohen Bergen zu studieren; hierzu gebrauchten wir eine dem Meeresspiegel entsprechende Grundbasis, die uns jetzt entglitt. So peinlich das war, vor der Tatsache gab es kein Entrinnen. Tag für Tag stieg das Volum, Tag für Tag auch das Hämoglobin, bis wir den Panamakanal erreichten. Da trat ein Umschlag ein: die „Flut" des Hämoglobins begann abzuebben. Als wir Callao erreichten, waren zwar beide Werte für Volum und Hb noch oberhalb des normalen Ziffern, aber unter dem Panamamaximum. Wie war das zu erklären? War es ein Fehler unserer Instrumente oder war es eine reale Erscheinung, und wenn ja, was hatte sie zu bedeuten? (1)

Der Anstieg des Blutvolums mit steigender Temperatur.

Wir hatten zunächst nur *eine* Methode für die Blutanalyse gebraucht — es ist stets mißlich, sich auf *eine* Methode zu stützen — und auf der Rückfahrt verwendeten wir daher drei Verfahren. Dennoch waren die Ergebnisse gleich, wenn auch nicht ganz so haarscharf. Zweifellos befanden wir uns in einer weniger guten Verfassung, nachdem wir alle Höhen der Temperatur und der Berge durchlaufen hatten. Unversehens ist mir da das Wort „Temperatur" entschlüpft, das ich eigentlich ganz besonders nachdrücklich hervorheben wollte: es ist in der Tat höchst bemerkenswert, daß die Kurve unseres Blutvolums parallel verlief der mittleren Temperatur unserer Kabine, steigend, sobald wir uns der tropischen Hitze Zentralamerikas näherten, fallend mit der kalten „Humboldströmung" an der Westküste von Südamerika. Hatten wir recht mit der Vermutung, daß die Temperatur die wirkliche Ursache und nicht nur ein zufälliger Begleitumstand einer Gefäßveränderung war, die unser Interesse erweckte? Dies ließ sich unschwer zu Hause nachträglich aufklären. Zwei Kollegen, Dr. Davies und Dr. Fetter, boten sich freiwillig zu diesem Vorhaben an. Beide lebten drei Tage in einer Glaskammer, die zu der Ausrüstung des Physiologischen Laboratoriums in Cambridge gehört. Es waren gerade Wintertage; die Temperatur wurde Tag und Nacht in der Glaskammer auf 32,2—35° C gehalten. Das Blutvolum wurde unabhängig von Dr. Davies, Professor Meakins und von mir selbst gemessen. Die Veränderungen waren die gleichen, wie zur See, und nunmehr als Folge des Temperaturanstieges aufgeklärt. Die physiologische Bedeutung liegt klar auf der Hand; weite Hautgefäßgebiete werden als Reaktion auf die Hitze geöffnet, das Blut für ihre Füllung muß anderswoher kommen, und wenn „anderswo" selbst zu wenig hat, ist es sehr wünschenswert, ein bischen Blutvolum zu haben, das das vergrößerte Gefäßbett auffüllen kann.

Aber, ich wiederhole, es war nicht so sehr die Zunahme des Wassers in der Zirkulation, die durch

[1]) Lancet vom 14. Februar 1925, Nr. 5294. — Eine Vorlesung, gehalten am 15. 1. 25. für den Klub der Studenten der Medizin zu Manchester. Die Schriftleitung verdankt die Übersetzung aus dem Original Herrn Prof. Dr. Viktor Schilling, Berlin.

die Hitze hervorgerufen wurde — ein Befund, den schon BARBOUR (2) mitgeteilt hat. Es war der Anstieg des gesamten Blutfarbstoffes. Das Geheimnis war: „Woher kommt diese Ausschüttung von Hämoglobin?" Es war nicht eben glaubhaft, daß das Knochenmark den Körper mit der gewünschten Menge roter Blutkörperchen versorgt hätte. Überdies war auch kein Anstieg unreifer Blutkörper auf der Heimreise von Peru zu entdecken und nur am dritten Tage des Experimentes von DAVIES und FETTER — dann aber ganz deutlich — war eine augenscheinliche Vermehrung unreifer Blutkörperchen festzustellen.

Des Körpers Geheimschatz an Hämoglobin.

Die Frage, die sich uns aufdrängte, war: hat der Körper irgendeinen beträchtlichen, aber geheimen Schatz von Hämoglobin, der im Notfalle herangezogen werden kann. Man achte auf die beiden Zusätze: „beträchtlich" und „geheim". Das zweite möchte ich zunächst betrachten. „Ein geheimer Schatz" in meinem Sinne muß ein Vorrat sein, zu dem das Kohlenoxyd keinen Zugang hat, bei etwa 20 Minuten dauernden Einatmungen von Gasmengen, die das Zentralnervensystem leicht erträgt.

Auf der Suche nach einem Orte, der solche Bedingungen erfüllt, forscht man natürlich zuerst nach einem Platze, an dem sich die roten Blutkörper außerhalb des Kreislaufes befinden — irgend einer stillen Bucht außerhalb von Arterien, Capillaren und Venen. Nur einen Ort von nennenswerter Größe gibt es im Körper — das ist die Milz. Dort ist die Hauptmasse der Pulpa beladen mit roten Blutkörperchen. In welchem Umfange können sie als in der Zirkulation befindlich bezeichnet werden?

In besagter Zeit machte Dr. DUNCAN SCOTT (3) gerade Blutvolummessungen an Ratten. Seine Messungen wurden mit der Kohlenoxydmethode ausgeführt und ich habe ihm für die freundlich gewährte Erlaubnis zu danken, die Milzen dieser Tiere zu untersuchen. Obgleich das Blut des Gesamtkreislaufes beim Tode einen sehr hohen Prozentsatz von Kohlenoxyd enthielt, war das Hämoglobin in der Milzpulpa praktisch frei davon. Dieser Befund war die Bestätigung einer wenig beachteten Beobachtung von HEGER (4), daß bei einigen, nach schneller Kohlenoxydeinatmung verstorbenen Personen, die Milzpulpa fast frei vom Kontakt mit dem Gase geblieben war.

Die Beziehungen der Milz zum Kreislaufsystem.

Die Auffassung der Milz als einer Schatzkammer für rote Blutkörper außerhalb des Kreislaufes schien es wert zu sein, sie in systematischer Weise zu verfolgen, und mit Assistenz von HENRY — meinem Sohn — nahm ich mir vor, herauszufinden, wie lange das Monoxyd brauchte, um in die Milz einzudringen, und wenn es in die Milzpulpa gedrungen war, wie lange es dort zurückgehalten würde, nachdem es aus der Zirkulation herausgezogen war. Unsere Arbeit wurde von HANAK und HARKAVY (6) und VON DE BOER und CAROLL (7) fortgesetzt. Ich teile hier beide Arbeiten zusammen mit. Folgende Befunde wurden erhoben:

1. Bei Kaninchen, die 0,1% kohlenoxydhaltige Luft atmen, ist eine Spanne von einer halben Stunde zwischen der Zeit, in der das Blut einen bestimmten Gehalt an Kohlenoxyd erreicht, und der Zeit, bis zu der die Erythrocyten in der Milz den gleichen Prozentgehalt bekommen.

2. Wenn man das Kaninchen, nachdem das Hämoglobin in Milz und Blut seinen Höhepunkt erreicht hat, aus dem Kohlenoxyd heraus nimmt und in gasfreie Luft setzt, bewahrt die Milz das Kohlenoxyd viel länger als die Zirkulation, so daß mehr als eine Stunde zu verstreichen pflegt zwischen der Zeit, in der das Hämoglobin des kreisenden Blutes zu einer bestimmten CO-Sättigung absinkt, und der Zeit, bis zu der das Hämoglobin in der Milz zum gleichen Sättigungsgrade abfällt.

3. Wenn man die Tiere — Katzen, Kaninchen, Meerschweinchen und Ratten — in eine Luft mit viel weniger Gasbeimengung gesetzt hat, derart, daß das Blut im Gesamtkreislauf nicht mehr als 20% mit CO gesättigt wird, so dringt das Gas überhaupt nicht in die Pulpa, und das Hämoglobin bleibt dort mehr als 4 Stunden frei von CO. Dieses Phänomen, das nur für das ruhende Tier gilt, ist sehr wichtig, weil es beweist, daß die Milz bei diesen Tieren völlig abgeschlossen ist, selbst von der Zirkulation, die innerhalb dieses Organes vorhanden ist. Es zeigt auch, daß die rythmischen Kontraktionen, die wir gewöhnlich mit unseren Vorstellungen vom Leben der Milz verbinden, entweder während der Ruhe im Körper nicht ablaufen, oder, wenn sie es tun, die Volumschwankungen so gering sind, daß sie lediglich die Gefäße betreffen. Es ist klar, daß das Kohlenoxydhämoglobin zusammen mit den damit beladenen Erythrocyten in die Pulpa eindringen müßte, wenn auch nur eine Spur von Ebbe und Flut zwischen Milz und Kreislauf rythmisch vorhanden wäre.

4. Bisher habe ich nur vom ruhenden Tiere gesprochen; im bewegten Tiere verhält es sich ganz anders. Hebe ein Kaninchen bei den Ohren in die Höhe und, wenn es noch so wenig zappelt, das Kohlenoxyd wird sogleich in die Milzpulpa eindringen, so daß die Pulpa in 5 Minuten einen Prozentgehalt ihres Hämoglobins erreichen wird, den ihr 5 Stunden beim ruhenden Kaninchen nicht verschaffen würden. Die Öffnung der Schatzkammertür geschieht funktionell.

Der Mechanismus der Milzkontraktionen.

Auf dieser Stufe muß etwas über den Mechanismus der Milzkontraktionen gesagt werden. Ebenso sicher, wie das CO nicht leicht in die Milzpulpa eindringt, verursacht schon eine ganz kleine Menge von Kohlenoxydhämoglobin im Blute eine antiperistaltische Kontraktion der Milz. Diese Zusammenziehung ist nicht die Wirkung

des Kohlenoxyds auf die Milz selbst, sondern eine Kohlenoxydwirkung auf das Zentralnervensystem.

Korrekter ausgedrückt ist es eine Wirkung auf das Zentralnervensystem, die durch ein Absinken des Oxyhämoglobins im Kreislauf hervorgerufen wird. Selbst wenn die Milz eines Tieres mit dem übrigen Körper nur noch durch die Nerven verbunden wäre, nach Durchtrennung aller anderen Verbindungen, und selbst wenn sie von einem künstlichen Kreislauf gespeist würde, würde sich die Milz zusammenziehen, sobald das Tier Kohlenoxyd erhält, aber sie würde sich nicht zusammenziehen infolge der Einführung von Kohlenoxydgas in das Blut des Milzkreislaufes.

CAROLL und DE BOER stellten es völlig klar, daß das aus der Milz gepreßte Material reichlich Blutkörperchen enthält, weil der CO-Gehalt des während einer Kontraktion entnommenen Milzvenenblutes etwa die Mitte zwischen dem Gehalt des Arterien- und des Milzpulpablutes hält.

Prozentgehalt an CO—Hb im Hämoglobin:

	arteriell	Milzpulpa	Milzvene
Exp. 4 . .	11	0	7
Exp. 5 . .	15	2	8
Exp. 6 . .	30	3	13

Wir wollen noch einmal die Lage bis zu dem erreichten Punkte überschauen. Wir gingen von dem Grundgedanken aus, daß, wenn der Körper im warmen Klima eines Teiles seines Blutes durch Zustrom zur Oberhaut beraubt würde, das Blutvolum sich vergrößern würde und daß die zur Ergänzung notwendigen roten Blutkörper von der Milz ausgestoßen werden würden. Wir haben gesehen, daß die Verabreichung von Kohlenoxydgas, das den Gehalt des kreisenden Blutes an Oxyhämoglobin herabsetzt, Milzkontraktionen verursacht, und da überdies schon der Mangel von Oxyhämoglobin in der Atemluft gleiches tut, so sind wir berechtigt, zu fragen, ob nicht die Milz tatsächlich eine Reserve für rote Blutkörper bedeutet — ein Ort, an dem sie, wenn sie nicht für Transportzwecke des Körpers gebraucht werden — „auf Stapel" liegen, bis irgendein Bedarf entsteht, der eine vermehrte Anzahl von Sauerstoffträgern verlangt.

Die Größe der Milz im lebenden Körper.

Angesichts der Mutmaßung, daß die Milz mehr als eine akademische Funktion bei der Verteilung des Hämoglobins aus ihrem Vorrate auf den Gesamtkreislauf ausüben könnte, erhebt sich die Frage: Welche Größe hat die Milz? Die Antwort ist keineswegs einfach. In jedem Anatomiebuch begegnet einem die Feststellung, daß die menschliche Milz 4—10 Unzen, d. h. 110—275 g wiege. Aber das gilt für die tote Milz. Uns drängt sich die Frage auf: in welchem Verhältnis steht die Masse der lebenden Milz zum toten Organ? Auf der Suche nach einer Antwort haben wir zu den Röntgenstrahlen unsere Zuflucht genommen. Da es nicht möglich ist, die Milz im Röntgenbilde zu sehen, und ich kein Röntgenfachmann bin, konsultierte ich Dr. DALE, vom National Medical Institute, ob er dort irgendwelche Erfahrung über Methoden besitze, für gewöhnlich unsichtbare Organe sichtbar zu machen. Etwa wie durch das Auffüllen der Bauchhöhle mit Gasen. Ich möchte an dieser Stelle Herrn Dr. DALE meinen Dank für einen sehr brauchbaren Vorschlag aussprechen, nämlich den, kleine Metallstückchen an den Rändern der Milz in einer Voroperation zu befestigen, deren Lage leicht im Röntgenbilde gesehen werden und eine Vorstellung von der Milzgröße vermitteln konnte. Wir haben dazu kleine Metall-Nahtklammern verwendet, die leicht an den geeigneten Randpunkten des Organs zu befestigen waren. Die Operation ist recht einfach; alle Tiere erholten sich schnell und völlig.

Zwei Arten von Versuchen wurden von den Herren Dr. HARRIS, Dr. ORAHOVATS, Dr. WEISS und mir selbst (8) ausgeführt. Die ersten mögen als vorläufige angesehen werden: sie wurden in Cambridge im Physiologischen Laboratorium mit einem Vorkriegs-Röntgen-Apparat ausgeführt; die zweiten viel exakteren wurden in der anatomischen Abteilung des University College in London durchgeführt. Glücklicherweise waren die Größenveränderungen ausgiebig genug, um schon den vorläufigen Untersuchungsserien Wert zu verleihen, obgleich man sie nur im Lichte der genaueren Daten als sicher annehmen würde. Der Röntgenapparat in Cambridge wirft seine Strahlen nur von unten nach oben. Um eine wirkliche Vorstellung von der Lage der Nahtklammern im Körper zu bekommen, ist es notwendig, das Tier erst in Bauchlage, dann in Seitenlage anzusehen. Diese Methode hat verschiedene Fehler: 1. es kommt zu Verlagerungen der Eingeweide beim Wenden des Tieres, 2. weder die Klammern, noch der Röntgenschirm sind in gleicher Entfernung vom Auge, wenn sich das Tier in der einen oder anderen Lage befindet. Aber als vorläufige Methode ist sie für Kaninchen ausreichend. Man kann bequem zahlreiche Beobachtungen machen, indem man die Entfernungen der Schatten der Nahtklammern untereinander auf dem Fluorescenzschirm mit Zirkeln abgreift und nicht die Verschiebungen, welche durch die Beobachtung entstehen. Sobald sich ein entscheidendes Ergebnis herausstellte, wurde das Tier nach London gebracht und dieser Punkt festgelegt oder widerlegt durch Röntgenaufnahmen seitens des Dr. HARRIS auf der anatomischen Abteilung des University College. Die dortige Einrichtung erlaubt $^1/_8$ Sekunden Belichtung. Aus gleichzeitig in zwei Ebenen gewonnenen Aufnahmen kann man dann das Organ dreidimensional rekonstruieren.

Die Forschung nach der Größe der lebenden Milz endet von selbst in dem Vergleich zwischen der lebenden und der toten Milz. Die tote Milz kann man natürlich wiegen. Dieser Vergleich wurde gänzlich mit Orthodiagrammen durchgeführt. Folgendes Verfahren kam zur Anwendung: Zwei

Röntgenbilder wurden mit $^1/_8$ Sekunde Belichtung in der sagittalen und der lateralen Ebene aufgenommen, wobei eine halbe Sekunde genügte, um von der einen auf die andere Röhre umzuschalten. Das Tier wurde dann in geeigneter Weise getötet; ein zweites Bilderpaar wurde nach dem Tode, ein drittes am nächsten Tage aufgenommen. Dann wurde der Körper geöffnet, Verwachsungen notiert, die Milz herausgenommen und gewogen. Von den Platten wurden Abzüge gemacht und folgende Rekonstruktion vorgenommen.

Fig. 1 *A*.

Fig. 1 *B*.

Fig. 1. Metallnahtklammern zeigen den Umriß der Milz an *A* nach geringer körperlicher Bewegung, *B* in der Ruhe verkleinert.

Der *seitliche* Abzug (s. Fig. 1, aber in Originalgröße) wird auf einen flachen Paraffinblock gelegt. Durch den Punkt, in dem sich die Zähne einer jeden Klammer begegnen, wird eine Nähnadel in das Paraffin gestoßen. Diese Nadel steht senkrecht und durch ihr Öhr ist ein Faden gefädelt. Auf der anderen, vom Rücken her gemachten Aufnahme wird die Entfernung jeder Nahtklammer von der Mittellinie des Tieres, bzw. einer passenden Parallele zu ihr, abgemessen und die Nadel soweit ins Wachs getrieben, bis die Spitze jeder Nadel soweit von der Paraffinoberfläche entfernt ist, wie auf dem Abzug die zugehörige Nahtklammer von der Mittellinie des Tieres. Nun wird ein Stückchen weichen Kupferdrahtes über die Enden der Nadeln gelegt, an jeder mittels des Fadens angeknüpft und so eine Drahtfigur gebildet, welche die Ränder des Organes nachzeichnet. Diese Drahtkonstruktion wird als Modell gebraucht; hiervon wird ein Flächenriß auf Papier oder auf weiches Bleiblech, das der Krümmung angepaßt wird, übertragen. Dieser Flächenriß wird ausgeschnitten, flach gestrichen und vertritt nun die Oberfläche, die die aus dem Körper herausgenommene und flach ausgebreitete Milz einnehmen würde. Natürlich vertreten die Änderungen im Flächeninhalt dieser Oberfläche, z. B. zwischen Tod und Leben, nur die Größenveränderungen der Milz in zwei Ebenen des Raumes. Es liegt aber kein Anlaß vor, nach der Muskulatur des Organes anzunehmen, daß die Milzdicke mehr oder weniger verändert würde, wie Länge und Breite, und man kann sich daher eine rohe Vorstellung von der Volumänderung machen, wenn man die Quadratwurzeln der Oberflächen der Bleimodelle (oder die ihres Gewichtes) zieht und sie zum Kubik erhebt. Sollen die Gewichte als Repräsentanten der Oberflächen gebraucht werden, muß man natürlich darauf achten, daß Papier oder Blei von gleichmäßiger Dicke sind.

Fig. 2 zeigt eine Anzahl solcher Oberflächenrisse, die von der Milz der Katze 1 gewonnen sind. Hiervon interessieren uns die drei ersten und die beiden letzten. Die ersten beiden stammen von der ruhenden Katze zu verschiedenen Zeiten, mit einer Woche Zwischenraum festgelegt. Die Katze wurde ein oder zwei Stunden nach Festlegung der zweiten Oberfläche durch Entbluten getötet. Die beiden letzten sind unmittelbar nach dem Tode, bzw. am nächsten Tage gemacht. Ähnliche Befunde wurden bei der Katze 2 erhoben. In beiden Fällen war das Milzgewicht nach dem Tode 6,6 g. Es folgen die nach den Befunden errechneten Gewichte. Katze 3 und 4 wurden ertränkt.

Tabelle 1. *Gewichte der ruhenden Milz in Gramm.*

Katze	Gewicht nach dem Tode	Gewicht sogleich nach dem Tode berechnet	Gewicht für Ruhe berechnet	Todesart
1	6,6	6,7	26,4 24,1	Entblutet
2	6,6	6,5	19,8	„
3	10,0	11,8	22,0	Ertränkt
4	12,1	12,3	31,2	„

In den vorstehenden Fällen ist für Katzen berechnet, daß ihre Milz zwei- bis viermal so schwer ist bei der lebenden wie bei der toten entbluteten oder ertränkten Katze; es macht also der Gewichtsverlust während dieser Operation 10—20 g aus, einen sehr bemerkenswerten Teil des Blutvolums, das 100—150 g beträgt. Auf letztere Tatsache werde ich noch zurückkommen: hier möchte ich zunächst die auffallende Erscheinung betonen,

daß die lebende Milz der Katze viermal so groß wie der „anatomisch" oder „postmortal" eingenommene Raum und etwa 1% des Gesamtkörpers sein kann.

Die Wirkung von Blutentziehungen auf die Milzgröße.

Die Erwähnung von Blutentziehungen führt uns zu einigen anderen Überlegungen. Wenn die Milz als eine Art „Bank für rote Blutkörper" anzusehen ist, in der sie in großer Zahl aufgestapelt liegen und von der aus sie in den Umlauf des Blutes geworfen werden können, so erwartet man, daß die Milz auch auf zwei Anforderungen ansprechen wird, die bisher noch nicht betrachtet wurden: die erste ist die Blutentziehung, durch die Oxyhämoglobin aus der Blutbahn entfernt wird; die zweite ist körperliche Bewegung, bei der der Verbrauch von Blutfarbstoff stark erhöht ist. Wir wollen zuerst die Blutungsfrage betrachten. Katze 1 wurde nicht durch eine einzige Blutung getötet, sondern durch eine Folge von Blutentziehungen und dabei unter Urethan stehend. Fig. 2 zeigt

Fig. 2. Rekonstruierte Milzoberfläche.
A normal, *B* normal 1 Woche später, *C* unter Urethan, *D*, *E*, *F* nach der Blutentziehung, *G* nach dem Tode, *H* am folgenden Tage.

die rekonstruierte Milzoberfläche nach jeder Blutung. Hierbei hat das Urethan wenig Einfluß auf die Größe der Milz, aber die Blutung bewirkte eine so durchgreifende Kontraktion, daß im Todeskampfe die Milz nur noch ein Sechstel ihrer ursprünglichen Größe maß. Nach dem Tode erweiterte sie sich etwas; wahrscheinlich wurden die Muskelfibrillen entspannt, aber in Abwesenheit irgendwelcher beträchtlichen Zirkulation konnte diese Erweiterung nicht sehr groß sein.

Tabelle 2.

Blutentziehung	Relatives Milzgewicht	Errechnetes wirkliches Gewicht. Tote Milz 6,6 g
0	1000	24,3 g
10	604	14,5 g
37	320	7,8 g
61	167	4,1 g
Tot	273	6,7 g
Nächst. Tag	271	6,6 g

Während der Blutung schrumpfte also die Milz von Katze 1 von 24,3 ein auf 4,1 g, über 20 g ihrer Masse abgebend. Diese Masse würde, wenn sie Blut darstellte, $^1/_6$ der gesamten Blutmenge der Katze entsprechen; sind es aber rote Blutkörper, etwa einem Drittel aller Blutkörper. Ganz ähnliche Ergebnisse wurden von der Katze 2 gewonnen. Die folgende Fig. 3 zeigt das Verhältnis der Blutung

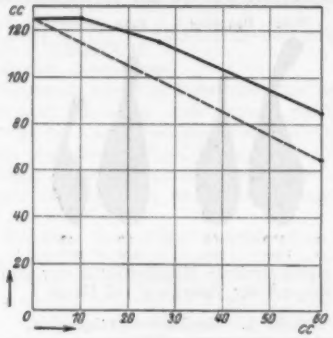


Fig. 3. Ordinate: das Blutvolum; bei Beginn des Experimentes etwa 125 ccm. Abszisse: entzogene Blutmenge. – – – – Blutvolum abzüglich der entzogenen Blutmenge. ——— Wirkliches Blutvolum nach der Berechnung, d. h. anfängliches Volum, weniger entzogene Blutmengen, plus Ergänzung aus dem Milzvolum.

zum Blutvolum. Man entnimmt daraus, daß bei einer Blutung von 10 ccm der Zufluß an Material kaum geringer ist an Volum, als der Blutverlust selbst. Vergleicht man dies mit dem Menschen, so würden 100 oder mehr Kubikzentimeter Blut ohne Verminderung des Blutvolums ausfließen können. Der Verlust würde in die Deckungsbreite der Milz fallen.

Die Wirkung körperlicher Bewegung auf die Milzgröße.

Die Zeichnung 4 von der Katze 1 zeigt einen sehr einfachen Fall von Milzschrumpfung durch körperliche Bewegung. Die Bilder sind seitlich aufgenommen. Es ist zu bemerken, daß das Aussehen jeder Nahtklammer fast das gleiche in beiden Bildern ist und daß daher die auffallende Annäherung der Klammerschatten der Annäherung der Klammern selbst recht gut, wenn auch nicht quantitativ ganz, entspricht.

Die Ausarbeitung von Modellen nach diesen Seitenbildern und den entsprechenden, von rückwärts aufgenommenen sagittalen Bildern ergibt uns das zweite Paar von Oberflächenrissen, das Fig. 4 zeigt. Das erste Paar stammt von der Katze 1 eine Woche vorher. Wenn wir uns erinnern, daß die tote Milz der gleichen Katze 6,6 g wog, können wir eine Berechnung der Gewichte vor und nach der Bewegung vornehmen. Ähnliche Ziffern wurden auch von Katze 2 (Tabelle 3) gewonnen.

Auch hier sehen wir, daß durch körperliche Bewegung, die nicht einmal allzu stark war, die Milz 10—17 g von einem Etwas auspressen kann, das Blut sein mag oder in der Hauptsache aus roten

Blutkörpern besteht. Im letzteren Falle würden 17 g Körperchen etwa 40 ccm Blut entsprechen, oder einer Menge von $^1/_3$—$^1/_4$ des Gesamtblutvolums der Katze etwa. Ähnliche, wenn auch weniger schlagende Ergebnisse wurden am Kaninchen erzielt.

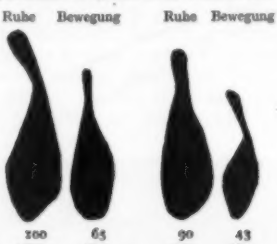


Fig. 4. Rekonstruierte Milzoberfläche vor und nach körperlicher Bewegung bei Katze 1.

Tabelle 3. *Geschätztes Milzgewicht.*

	Ruhe	Nach Bewegung	Schrumpfung
Katze 1 (a) .	26,4	13,7	12,7
Katze 1 (b) .	24,1	7,1	17,0
Katze 2 .	19,8	9,9	9,9

Der letzte besondere Punkt, zu dem ich mich nun wenden möchte, ist folgender. Kann man tatsächlich nachweisen, daß der Besitz der Milz einen greifbaren Unterschied für den Organismus bedeutet? Ich meine, daß der größte Unterschied für ihn der zwischen Leben und Tod ist. Können wir uns irgendeine Versuchsanordnung ausdenken, in der Tiere ohne Milz sterben, während Tiere mit Milz am Leben bleiben? Solch eine Versuchsanordnung könnte eine Blutentziehung bedeuten, aber eine noch leichter anzustellende Probe ist ein gewisser Grad von Kohlenoxydvergiftung. Mehrere Experimente wurden durchgeführt, in denen drei Gruppen von Meerschweinchen dem Leuchtgas ausgesetzt wurden.

Die drei Gruppen waren: a) normale, b) solche, bei denen etwas Netz oder Pankreas in der Nachbarschaft der Milz entfernt worden war, c) solche, bei denen die Milz entfernt war. Bei einem typischen Versuch wurden drei Tiere jeder Gruppe gleichzeitig in eine Kammer gesetzt und der Gashahn aufgedreht. Die Zeit des Todes wurde notiert und ebenso der Gehalt an Kohlenoxyd im Blute beim Tode. Kurz gesagt war im Blut aller Meerschweinchen der tödliche Prozentsatz an Kohlenoxyd gleich. Im ganzen starben die Tiere der Gruppe B eine Kleinigkeit früher als die Tiere der Gruppe A, während die splenektomierten Tiere merklich früher als beide eingingen.

Kontrollen anderer Art wurden angesetzt. Die Tiere wurden nicht dem Kohlenoxyd, sondern der Blausäure ausgesetzt, einem Gas, welches nicht durch Hervorrufung eines Hämoglobinmangels vergiftet. In diesem Falle wurde kein Unterschied in der Lebensdauer zwischen normalen und Kontrolltieren in Blausäure gefunden.

Tabelle 4.

	A normal (18)	B Operierte Kontrollen (16)	C Splenektomierte (17)
Mittlerer Prozentsatz an COHb beim Tode	83,3	83,5	83,3
Lebensdauer im Gas, ausgedrückt durch Prozente von A . .	100	93	74

Es ist nicht beabsichtigt, die vorgebrachten Anschauungen in Konflikt mit der Lehrmeinung von der Milzfunktion zu bringen; eher machen sie diese verständlicher. Ich möchte z. B. nicht ableugnen, daß die Milz ein gewaltiger Kirchhof für rote Blutkörperchen ist, ebensowenig, wie ich irgend etwas gegen die Ansicht vorbringen würde, daß London der größte Kirchhof von England ist, aber ich meine doch, daß nach obigen Versuchen das Blutvolum nicht als ein aliquoter Teil des Körpergewichtes angesehen werden darf, sondern als physiologisch veränderlich, angepaßt den Anforderungen, die daran gestellt werden, und der jeweiligen Größe des Bettes, welches es auszufüllen hat, und daß die Milz nicht eine „ganglose Drüse", sondern ein ganz bestimmter Teil des Gefäßsystems ist, mit einer Funktion, die ganz im Einklang mit ihrer Muskelstruktur steht, in der Tat ein Reservoir von roten Blutkörperchen, gleichgut geeignet durch ihr Netzwerk sie zurückzuhalten, wie durch ihre Muskulatur, sie auszutreiben, wenn es verlangt wird. Endlich können wir zu einer verständlichen Vorstellung kommen, wann und warum es den Körper beliebt, „seine Milz zu lüften" („to vent the spleen").

Literatur.

1. J. BARCROFT, C. A. BINGER, A. V. BOCK, J. H. DOGGART, H. S. FORBES, G. HARROP, J. C. MEAKINS, and A. C. REDFIELD, Report to the Peru high-altitude committee 1922; Phil. Transact. Roy. Soc. Series B. **211**, S. 419 und J. BARCROFT, J. C. MEAKINS, H. W. DAVIES, J. M. DUNEAU SCOTT and W. J. FETTER, ibid. S. 455.
2. H. G. BARBOUR, N. M. LOOMIS, R. W. FRANKMAN and J. H. WARNER, Journ. of physiol. **59**, S. 300. 1924.
3. J. M. DUNCAN SCOTT, Biochem. journ. **17**, 157 u. 166. 1923.
4. HEGER, Upon unequal diffusion of poisons into the organs S. 5. (Oxford: James Parker & Co. 1894).
5. J. BARCROFT und H. BARCROFT, Journ. of physiol. **58**, 138. 1923.
6. A. HANAK and J. HARKAVY, Journ. of physiol. **59**, 121. 1924.
7. S. DE BOER und D. C. CARROLL, Journ. of physiol. **59**, 312. 1924.
8. J. BARCROFT, H. A. HARRIS, D. ORAHOVATS and R. WEISS, Proc. physiol. soc. Jan. 1925 u. Journ. of physiol.
9. J. BARCROFT, C. D. MURRAY and J. SANDS, Proc. physiol. soc. Oct. 1924 u. Journ. of physiol. **59**, 37. 1924.

Vergangenheit und Gegenwart der Stereochemie.

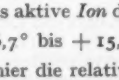
Von P. WALDEN, Rostock.

(Fortsetzung.)[1])

III. *Stereochemie der anderen Elemente mit und ohne optische Aktivität.*

Es sei mir erlaubt, an meine eigenen Worte zu erinnern, die ich zum 25jähr. Geburtsfest der Stereochemie im Dezember 1899 schrieb (Naturwissenschaftl. Rundschau **15**, Nr. 12—16. 1900):

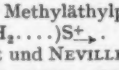
„Die Stereochemie des Kohlenstoffs und Stickstoffs muß zu einer *Stereochemie der chemischen Elemente* erweitert werden ... Daß auf dem Boden der *anorganischen* Chemie auch für die Stereochemie eine große Zukunft zu erwarten sein dürfte, erweisen schon die gegenwärtigen Forschungsergebnisse eines A. WERNER (Zeitschr. f. anorg. Chem. **3—22**. [1899]), an den komplexen Ammoniaksalzen des Platins, Kobalts und Chroms (wobei cis- und trans-Isomerie nachgewiesen werden konnte) ... WERNER hat den ersten Schritt getan, sollte nun nicht auch die *Aktivierung* dieser rein anorganischen Stereoisomeren gelingen? Was am Platin, Chrom und Kobalt verwirklicht worden, ist doch für andere Elemente wahrscheinlich." Daß diese meine Vorhersagungen vom Jahre 1899 inzwischen durch ALFRED WERNER 1911 so glänzend verwirklicht worden sind, ist allbekannt. Ohne Anspruch meinerseits zu den Chemikern mit dem „zweiten Gesicht" gerechnet zu werden, muß ich aber noch meine weiteren Prognosen aus dem Jahre 1899 anführen, insofern ich damals auch die Stereochemie und optische Aktivität der Verbindungen des Schwefelatoms als aussichtsvoll hinstellte, sowie die Verbindungen des Siliciums, des Phosphors, Arsens und Antimons als geeignete Analoga des C-Atoms, bzw. des fünfwertigen N-Atoms proklamierte.

Denn schon im *nächsten Jahre* (1900) *gelang es* POPE und PEACHEY (Journ. of the Lond. chem. soc. **77**, 1072. 1900) unter Zuhilfenahme von d-Camphersulfosäure, bzw. d-Bromcamphersulfosäure das *Methyläthylthetin* in die optisch-aktiven Komponenten zu spalten, d. h. das *vierwertige asymmetrische Schwefelatom*  zu aktivieren,

und zwar besaß hier das aktive *Ion* die Molrotation

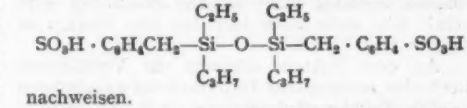
$$[M]_D = +16{,}7^\circ \text{ bis } +15{,}0^\circ .$$

Beachtenswert ist hier die relativ zum S-Atom einfache Konstitution. SMILES (Journ. of the Lond. chem. soc. **77**, 1174. 1900), sowie POPE und NEVILLE (Journ. of the Lond. chem. soc. **81**, 1552. 1902) fanden ein weiteres optisch-aktives Schwefel*kation* in dem Methyläthylphenacyl-sulfin $(CH_3)(C_2H_5)(C_6H_5COCH_2....)S^{+}_{\rightarrow}$.

Weiter wiesen POPE und NEVILLE (Journ. of the Lond. chem. soc. **81**, 1552. 1902) auch die *tetraedrische Anordnung des asymmetrischen vierwertigen Selenatoms* nach, indem sie mittels der d-Bromcamphersulfosäure Phenylmethyl*selenetin*  als rechts- und linksdrehendes Kation darstellten.

Wiederum waren es POPE und PEACHEY (Proc. chem. soc. **16**, 42 u. 116. 1900), welche durch Spaltung der Camphersulfosäure-Salze von *Methyl-äthyl-n-propylzinn* $(CH_3)(C_2H_5)(C_3H_7)Sn\rightarrow$ das asymmetrische (rechtsdrehende) vierwertige *Zinnatom* entdeckten, und zwar wie in den vorigen Fällen in Form des *Ions*.

Daß das vierwertige *Silicium*atom ebenfalls optisch-aktive Verbindungen liefert, konnte nach mühevollen Versuchen KIPPING (Journ. oft he Lond., chem. soc. **91**, 209. 1907; s. a. **93**, 457. 1908; **95**, 69, 408. 1909), an der Verbindung (Disulfosäure)



nachweisen.

Somit waren in schneller Aufeinanderfolge dem asymmetrischen vierwertigen C-Atom als Prototyp auch die vierwertigen asymmetrischen Elemente *Si, Sn, S und Se* beigesellt worden, also auch hier war die *tetraedrische* Anordnung nahezu sichergestellt. Eine „Stereochemie der chemischen Elemente" war tatsächlich im Anmarsch. — Einige Bemerkungen möchte ich mir noch gestatten. Trotz der großen Ähnlichkeit dieser *vier*wertigen asymmetrischen Elemente mit dem asymmetrischen C-Atom besteht doch ein augenfälliger Unterschied. Vom asymmetrischen C-Atom kennen wir nur Verbindungen, in denen die vier Valenzorte mit den verschiedenen Radikalen gesättigt sind. Vom asymmetrischen Schwefel-, Selen- und Zinnatom sind aber die optisch-aktiven Atome in *chemisch-ungesättigter* Form, also *dreiwertig*[1]) mit einer

[1]) I. J. H. VAN'T HOFF-LE BEL Lehre vom Kohlenstofftetraëder. Klassische Stereochemie. S. 304. II. Stereochemie der Stickstoffverbindungen (seit 1890). S. 308.

[1]) Einen Ausweg bietet die WERNERsche koordinative Formulierung der Sulfonium- und ähnlicher Salze, wenn man annimmt, daß bei der Ionenspaltung die Stelle des abdissoziierten Anions (Elektrons) durch Molekeln des Lösungsmittels So besetzt wird, also z. B.

$$[R_1R_2R_3S \cdot J] \xrightarrow{\text{Solvens So}} [R_1R_2R_3S \cdot So]^+ + J^- .$$

Da nun z. B. die Trialkylsulfoniumjodide in Alkoholen, ebenso aber auch in Ketonen, NH_3, SO_2, SO_2Cl_2, $AsCl_3$ u. a. stark disoziiert sind, so müßte angenommen werden, daß alle genannten Solventien sich einlagern und die Vierwertigkeit, also die tetraedrische Konfiguration des S-Atoms wiederherstellen. Immerhin bliebe auch hierbei noch die Frage offen, warum und wie während der Ersatzreaktion des Halogens durch das Solvens die Aktivität erhalten bleibt, wo Racemisation eintreten sollte? Wie wäre aber die Konstitution der Salze im *geschmolzenen Zustande*, etwa vom Standpunkte einer totalen Ionendissoziation, zu denken? Eine Einlagerung von Fremdmolekeln des Solvens ist hier ausgeschlossen.

freien Valenz, als *Kationen* unter *Verlust* eines Valenzelektrons, erhalten worden. Demnach liegt der Fall hier ganz anders als bei den homöopolaren (nichtionisierten) asymmetrischen Verbindungen des C-Atoms. Weiter ist zu bedauern, daß die *Zahl und Art* der aktivierten Stoffe jedes dieser Elemente so bescheiden klein geblieben ist, trotzdem seither ein Vierteljahrhundert verflossen ist. Eine Analogie *dieser* asymmetrischen Atome mit dem C-Atom setzt auch die Existenz von *geometrisch* isomeren Verbindungen — unter der Annahme von *Doppel*bindungen zwischen je zwei gleichen Atomen im Sinne einer Fumar-Maleinsäure-Isomerie — voraus oder auch beim Ersatz der einen Atomart durch eine andere im Sinne der Formel $\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}\!\!>\!M\!:\!M\!<\!\!\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}$, worin M = S, Se, Sn, Si, bzw. C sein kann. Sollten alle diese Fragen sowie die stereochemische Untersuchung der anderen Elemente (III., IV., V. und VI. Gruppe) des periodischen Systems nicht ernster Beachtung wert sein? Gilt nicht auch hier das alte Wort vom Suchen und Finden?

An dem S-Atom scheinen die Verhältnisse noch eine ausführliche Untersuchung anzubahnen

Die *Trithiomethylenderivate* $(R_1R_2CS)_3$ werden in Analogie mit den heterocyclischen Ringgebilden räumlich gedeutet; die Entdecker derselben, BAUMANN und FROMM (1891), fanden 2 isomere Formen, was der cis- und trans-Konfiguration entsprechen würde. Neuerdings haben aber MANN und W. J. POPE (Journ. of the Lond. chem. soc. **123**, 1178. 1923) sowie HINSBERG (Journ. f. prakt. Chem. (2), **88**, 53, 800; **89**, 547) noch ein drittes (überzähliges) Isomeres erhalten (vgl. dagegen E. FROMM und C. SCHULTIS bzw. SOFFNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **56**, 937. 1923; **57**, 371. 1924 sowie HINSBERG, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **56**, 1850. 1923; **57**, 417, 836. 1924).

Optisch-aktiver fünfwertiger Phosphor.

Die zahlreichen stereochemischen Formen des drei- und fünfwertigen Stickstoffs finden auffallenderweise bei seinen nächsten Homologen im periodischen System der Elemente, nämlich bei den Elementen Phosphor, Arsen und Antimon, wenig Analogie. Am nächsten steht — nach den *bisherigen* Untersuchungen — noch das Phosphoratom dem N-Atom, insofern nur ein fünfwertiges Phosphoratom der Überführung in optische Isomere zugänglich gemacht werden konnte. Versuche zur Aktivierung von *Arsen*verbindung sind bisher erfolglos geblieben.

Die Darstellung optisch-aktiver Phosphorverbindungen gelang KIPPING[1]) dadurch, daß er asymmetrisch-substituierte Phosphorsäuren, z. B. Phenyl-β-naphthylphosphorsäure $(C_6H_5O)(C_{10}H_7O)(HO)PO$ durch aktive Basen, spalten konnte.

[1]) F. S. KIPPING, Journ. of the chem. soc. (London) **99**, 626. 1911.

MEISENHEIMER[1]) und LICHTENSTADT gingen ihrerseits von den Phosphinoxyden $(R_1R_2R_3)PO$ aus, und erhielten (in analoger Weise wie bei den Aminoxyden) eine optische Spaltung. So lieferte Methylphenyl-äthyl-phosphinoxyd $(CH_3)(C_2H_5)(C_6H_5)P{:}O$ ein rechtsdrehendes Isomeres, dessen *Ion* die Molarrotation $[M]_D = +48°$ in Wasser oder $-57°$ des freien Oxyds in Benzol besaß[2]).

Tellur; geometrisch-isomere Telluroniumverbindungen.

R. H. VERNON (Journ. of the Lond. chem. soc. **117**, 86,889. 1920; **119**, 105, 687. 1921) hat an den Dimethyltelluroniumverbindungen $(CH_3)_2Te(X)_2$ *zwei* isomere Basen $(CH_3)_2Te(OH)_2$ und *zwei* verschieden (rot und schwarz) gefärbte Jodide $(CH_3)_2Te(J)_2$ entdeckt. Als wahrscheinliche Deutung nimmt der Autor cis-trans-Isomerie an [?W][3]).

Das wissenschaftliche Interesse für organische Tellurverbindungen wird auch bezeugt durch die Darstellung geometrisch isomerer cyclischer Dioxime mit zweiwertigem Tellurartom im sechsgliedrigen Ring (G. T. MORGAN und DREW, Journ. of the Lond. chem. soc. **125**, 1601. 1924).

Stereochemie des Bors; optisch-aktives (koordinativ vierwertiges) Boratom.

Neuerdings sind durch J. BÖESEKEN und J. MEULENHOFF (Proc. Ac. Sci. Amsterd. **27**, 174. 1924) vielversprechende Tatsachen entdeckt worden, die unsere bisherigen Ansichten über die Valenz und Stellung des Bors revolutionieren können. Diesen Forschern ist es gelungen, die (optisch-inaktive) *Borylsalicylsäure* in zwei optisch-aktive (Spiegelbild-)Isomere mittels des Strychninsalzes zu spalten[4]). Zur Frage der räumlichen Konfiguration dieser Verbindungen hat sich J. MEISENHEIMER (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **57**, 1749. 1924) geäußert[5]).

Ziehen wir nun das Fazit des bisher Dargelegten, so ergibt sich, daß bisher für folgende Elemente die stereochemischen Funktionen mehr oder weniger genau festgelegt worden sind, indem sowohl optische Isomerie als auch geometrische Isomerie nachgewiesen worden ist:

[1]) MEISENHEIMER und LICHTENSTADT, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **44**, 356. 1911.

[2]) Es sei hervorgehoben, daß beide Aktivierungsversuche zu zwei *verschiedenen* Typen des optisch-aktiven 5-wertigen Phosphoratoms führen.

[3]) Die schwarze Farbe des β-Dijodids erinnert an die Färbungen der Polyjodide; wie sind die elektrochemischen Verhältnisse beider Jodide?

[4]) Schon vorher hatte P. H. HERMANS (ib. **26**, Nr. 1 und 2, 1922) beim Studium derartiger Borylkomplexverbindungen die Fünfwertigkeit des Boratoms angenommen und die Aktivierung desselben erstmalig diskutiert.

[5]) S. a. A. ROSENHEIM, ib. 1341, 1828 (1924). Nach LEUCHS, HERMANS u. ROSENHEIM dürfte es sich hier um eine den Spiranen ähnliche Molekular-Asymmetrie (s. o.) handeln.

Tetraedr. Anordnung des optisch-aktiven Komplexes:

Gruppe des period. Systems:	III	IV	V	VI
Bezeichnung des Elementes	B	C opt.	N *(opt., geom.)*	S opt.
beobachtete Isomerien	opt.	C geom.	P (opt.)	Se opt.
		Si opt.		Te geom.
		Sn opt.		

Die bisher mit den tabellierten (9) Elementen verwirklichten räumlichen Isomerien beziehen sich auf *organische* Verbindungen. Sollten nicht unter den *anorganischen* Verbindungen Fälle von Stereoisomerie, insbesondere von geometrischer, vorkommen oder realisierbar sein? Und ist in den Elementengruppen III bis VI die Zahl der für stereoisomere Verbindungen geeigneten Elemente nur auf die tabellierten beschränkt?

IV. *Stereochemie anorganischer Komplexverbindungen* (A. WERNER).

Einen besonderen Abschnitt der Stereochemie bilden die anorganischen Metallkomplexverbindungen. Dieser Abschnitt ist die glänzende Neuschöpfung *eines einzigen* Forschers, der in genialer Konzeption mit bewundernswerter Folgerichtigkeit seine Anschauungen immer weiter entwickelt und zugleich durch *die eigenen Experimente* der Prüfung und Bestätigung zugeführt hat. Die *langvermißte Brücke zwischen der organischen und anorganischen Chemie* ist geschlagen, der oft hervorgehobene Unterschied zwischen beiden ist beseitigt worden. Dem *Zweigestirn J. H. van 't Hoff-Le Bel muß als Ebenbürtiger und Mitschöpfer auch Alfr. Werner beigesellt werden.*

Den Ausgangspunkt für die Wernersche stereochemische Theorie bildet seine Koordinationstheorie der anorganischen Molekülverbindungen. *Das häufige Vorkommen der Koordinationszahl 6 für die Zentralatome* legt den Gedanken einer *räumlichen* Gruppierung um dieses Zentrum nahe. Als diejenige Raumgruppierung, die der Natur und Zahl der tatsächlich auftretenden Isomeren entsprach, z. B. beim Komplex $\left[Me\begin{matrix}A_2\\B_4\end{matrix}\right]$ waren es zwei, ergab sich dann die *oktaedrische Atomgruppierung*[1]). Dieser entsprachen dann die Ergebnisse der weiteren experimentellen Durchforschung. Folgende Raumsymbole zeigen die Konfiguration dieser Isomeren; die in benachbarter Stellung befindlichen beiden Gruppen A in der Verbindung $\left[Me\begin{matrix}A_2\\B_4\end{matrix}\right]$ werden *in Analogie mit den geometrischen Kohlenstoffverbindungen* als in *cis-Stellung, die in Diagonalstellung dagegen als in trans-Stellung* befindlich bezeichnet (s. Fig. 3).

[1]) Wir beschränken uns auf eine möglichst gedrängte Skizzierung, da A. WERNERS klassisches Buch: Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie. Braunschweig 1913. 3. Aufl., allbekannt ist; das Werk des Meisters ist von seinem würdigen Interpreten P. PFEIFFER bis auf die Neuzeit fortgeführt und 1923 in neuer (5.) Auflage herausgegeben worden.

Die Existenz der *geometrischen Isomerie* führt nun ihrerseits zur Forderung einer *Spiegelbildisomerie, und zwar muß die cis-Form* durch Spaltung in optische Antipoden zerlegt werden können. Gelang dieses, dann war weiterhin bewiesen, daß auch bei anorganischen Molekeln Siegelbild- oder optische Isomerie möglich ist, und zwar *ohne ein asymmetrisches* Zentralatom. Die Spaltung des Typus $[Me\,en_3]X_3$ zeigt dann eine solche optische Isomerie, die nur *auf Grund der räumlichen Lagerung der Atomgruppen auftritt* (Molekülasymmetrie II nach WERNER).

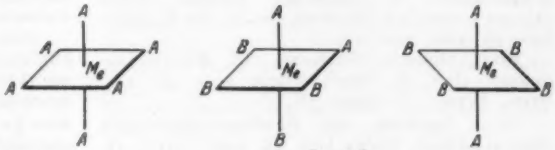


Fig. 3. Geometrische Isomerie.

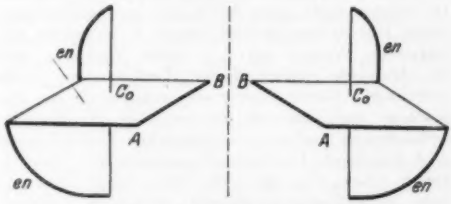


Fig. 4. Spiegelbild-Isomerie.

Chronologisch geordnet, vollzog sich die Entwicklung der Wernerschen Lehre in folgenden Etappen:

1899—1901: Erste Mitteilungen über *stereoisomere* Kobaltverbindungen (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **34**, 1705. 1901; vgl. auch Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. 1720, 1733, 1739. 1901.

1911: Erste *Spaltung* der (cis-Violeo-Form) des 1,2-Chloro-ammin-diäthylen-diamin-kobaltisalzes (s. Fig. 4; *en* = Aethylendiamin)

$$\left[\begin{matrix}Cl\\NH_3\end{matrix}Co\,en_2\right]X_2 \quad \text{bzw.} \quad \left[\begin{matrix}A\\B\end{matrix}Co\,en_2\right]\cdot X_2\,.$$

in optisch-aktive Isomere mit Hilfe der Bromcamphersulfonate (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **44**, 1887. 1911).

Weitere Beweise für das asymmetrische Kobaltatom (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **44**, 2445, 3272, 3279; **45**, 121. 1912): Spaltung des Typus mit *zwei gleichen* Resten (Molekülasymmetrie): $\left[\begin{matrix}A\\A\end{matrix}Co\,en_2\right]\ldots$

1911: Die Entdeckung der Spiegelbildisomerie bei *Chrom*verbindungen (Ber. d. Dtsch. chem. Ges. **44**, 3132. 1911) vom Typus: $\left[\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}Cr\,en_2\right]-X\,.$

1912: Spaltung des Typus $[Co(en)_3]\ldots X_3$ mit *drei gleichen koordinativ* zweiwertigen Gruppen

am Zentralatom (A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 121. 1912). Mit Hilfe der Tartrate wurden Triäthylendiamin-kobaltichlorid und -bromid aktiviert, die Molarrotation war $[M]_D = \pm 552$ bis 602°.

Hierdurch wurde der Beweis erbracht, daß zur *Erzeugung der optischen Aktivität eine Verschiedenheit der um das Zentralatom gelagerten Gruppen nicht notwendig ist, sondern daß der räumlich unsymmetrische Aufbau der Molekel hierfür genügt.*

1912: Spaltung komplexer Metallverbindungen mit *stickstofffreien Anionen:* $[Cr(C_2O_4)_3]'''K_3$; das d-Kaliumsalz in wässeriger Lösung drehte $[\alpha]_D = +1300°$ (A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 3061. 1912).

1912: Optische Spaltung von *Eisen*verbindungen (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 433. 1912), Typus: $[Fe\ Dipyr._2]X_3$.

1912: Spaltung der *Rhodium*verbindungen (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 1228. 1912; **47**, 1954. 1914). Typus: $[Rh\ en_3]Cl_3$.

1914: *Erste Spaltung kohlenstofffreier* Metallkomplexe:

Seine Mitteilung über diese erste; vor nunmehr 10 Jahren vollzogene Spaltung eines *kohlenstofffreien* Kobaltamminsalzes leitete A. WERNER mit folgenden Worten ein: „... *Der Nachweis, daß die Moleküle optisch-aktiver Verbindungen nicht unbedingt kohlenstoffhaltig sein müssen, ist von Bedeutung, weil dadurch der zwischen Kohlenstoffverbindungen und rein anorganischen Verbindungen noch bestehende Unterschied verschwindet*" (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **47**, 3087. Nov. 1914). Das aus dem Brom-Camphersulfonat erhaltene *l-Hexolbromid* $\{Co(OH)_6[Co(NH_3)_4]_3\}Br_6 + 8\,H_2O$ unterliegt sehr leicht einer Racemisation (z. T. wohl infolge von Hydrolyse und Ionenspaltung?). Es besitzt eine ausgesprochene anomale Rotationsdispersion; in 50proz. Aceton hat eine $^1/_{20}$proz. Lösung folgende Molardrehungen:

$$\text{Wellenlänge } \lambda = 675 \to 643{,}5 \to 617{,}5 \to \to 607{,}5 \to 560 \to 516{,}5 \to 495 \to 478$$

$$[M]_\lambda = -7088° - 22218° \mp 0° + 13585° + + 47038° + 26047° \pm 0° - 9077°.$$

($[M]_\lambda$ ist bei WERNER nach der Gleichung $[M] = \frac{[\alpha] \cdot M}{100}$ berechnet worden, wo M = Molargewicht).

1917: Spaltung von *Platin*verbindungen (Vierteljahrsschr. d. Züricher Naturf.-Ges. **62**, S. 553).

1917: Neue Isomerieart bei Kobaltverbindungen und Verbindungen mit asymmetrischem Kobalt und Kohlenstoff (Helv. chim. Acta **1**, 5. 1917). Besonders verwickelt wird der Typus $\left[(O_2N)_2Co\begin{matrix}en\\pn\end{matrix}\right]X$, wo pn aktives Propylendiamin ist. Es treten hierbei neue Isomerieerscheinungen auf: cis- (oder Flavo-) Form $\left[\begin{matrix}1\,O_2N\\2\,O_2N\end{matrix}Co\begin{matrix}en\\pn\end{matrix}\right]X$ und trans- (oder Croceo-)Form $\left[\begin{matrix}1\,O_2N\\6\,O_2N\end{matrix}Co\begin{matrix}en\\pn\end{matrix}\right]X$. Da die trans-Form das Propylendiamin sowohl in d- als auch in der l-Form enthalten kann, ergeben sich *zwei* optisch-aktive Croceo-Reihen. Auch die cis-Verbindung muß je nach der Stellung der Methylgruppe des Propylendiamins im komplexen Radikal in zwei Reihen bestehen, α-Flavo- und β-Flavoreihe; da auch hier sowohl d- als auch l-Propylendiamin am Aufbau beteiligt sein können, so entstehen in jeder Reihe zwei Isomere, — dazu kommt noch, daß jede Flavoreihe in bezug auf das Co-Atom in zwei Spiegelbildformen auftreten kann. Es sind also *8 optisch-isomere Flavoreihen*. Dazu kommen noch die vollständig racemischen und partiell racemischen Verbindungen!

1920: Optisch-aktive *Iridium*verbindungen der Dinitro-diäthylendiaminreihe $[(NO_2)_2Ir\ en_2]X$ und der Triäthylendiaminiridinreihe $[Ir\ en_3]X_3$ haben A. WERNER und AL. P. SMIRNOW (Helv. chim. Acta **3**, 472. 1920) synthetisiert. Die spez. Drehungen sind relativ klein, und zwar liegen sie in allen Reihen unterhalb ± 100°.

Stereoisomere Komplexverbindungen des *Rutheniums* sind neuerdings von R. CHARONNAT (Cpt. rend. **178**, 1279, 1423. 1924) dargestellt worden. Die spaltbare cis-Verbindung $[Ru(C_2O_4)_2]K_2$ racemisierte sich sogleich; dagegen lieferte Kalium-Rutheno-nitroso-pyridino-dioxalat $[Ru(NO)C_5H_5N(C_2O_4)_2]K$ bei der Spaltung durch Chinin ein stabiles Rechts- und Linkssalz. Ammonsalz: $[\alpha]_D = \pm 425°$.

WERNER (Liebigs Ann. d. Chem. **386**, 26, 81. 1911) hat die Möglichkeit von Komplexen mit einer über 6 hinausgehenden Atomzahl im Ring verneint. J. C. DUFF (Journ. of the Lond. chem. soc. **119**, 385 u. 1982. 1921) erhöhte die Zahl der Ringglieder auf 7, indem er zweibasische Fettsäuren einführte. PRICE und BRAZIER (Journ. of the Lond. chem. soc. **107**, 1367. 1915) hatten die Zahl der Ringglieder auf 8 bringen können, indem sie ein S-Atom mit Hilfe von Sulfonyldiessigsäure einverleibten. PRICE und DUFF (Journ. of the Lond. chem. soc. **117**, 1072. 1920) hatten mit Sulfoessigsäure Co-Komplexverbindungen synthetisiert, DUFF (Journ. of the Lond. chem. soc. **119**, 1982. 1921) verwandte den Benzyl-sulfo-essigsäurerest und erhielt einen siebengliedrigen Ring und einen Benzolring als Anhang, und mit Hilfe von Homophthalsäure gelangte er zu einem Komplex, der 8 Atome im Ring enthielt, z. B.:

$$\left[C_6H_4\begin{matrix}CH_2 \cdot CO \cdot O\\CO \cdot O\end{matrix}Co\ en_2\right]X,$$

cis-Homophthalat-di-äthylendiamin-kobaltisalz[1]).

Mutarotation (? W.). Die optisch-aktiven Salze der Chlornitroserie $\left[\begin{matrix}Cl\\NO_2\end{matrix}Co\ en_2\right]X$ (A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **44**, 3276. 1912) weisen beim Stehenlassen der Lösungen eine schnelle Zunahme der Drehung bis zu einem Maximum auf; alsdann setzt aber eine Abnahme der Drehung ein, um

[1]) S. a. G. T. MORGAN und SMITH, Journ. chem. Soc. **125**, 1996 (1924).

nach etwa 2 Tagen auf Null zu sinken. Das Mutarotationsphänomen hier ist aber von komplizierter Art, indem es nicht reversibel ist. Die erste Phase (*Anstieg*en zum Maximum) entspricht nämlich einer Hydratation, indem als Umwandlungsprodukt das Nitro-aquosalz $\begin{bmatrix} NO_2 \\ H_2O \end{bmatrix} Co\,en_2 \Big] X_2$ isoliert werden konnte. Die zweite Phase (Rückgang der Drehung auf Null) stellt einen Autoracemisationsvorgang dar.

Autoracemisierung. Die optisch-aktiven Metallkomplexe zeigen in ausgedehntem Maße die Erscheinung der Autoracemisierung. Sie findet sich bei fast allen Komplextypen bzw. zeigt bei gewöhnlicher Temperatur alle Abstufungen.

Aktive Tri-α-dipyridyl-*ferro*salze $[(Dipyr)_3Fe]X_2$ unterliegen bei t = 15—19° in wässeriger Lösung der Autoracemisierung innerhalb weniger Stunden (A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 433. 1912). Auffallend ist es, daß sogar das die Spaltung bewirkende Tartrat sich schnell racemisiert; das Jodid wird schneller inaktiv als das Bromid. Andererseits sind z. B. die aktiven Triäthylendiamin-*kobalt*isalze $[Co\,en_3]X_3$ außerordentlich beständig, indem man ihre Lösungen mit konzentrierter Salzsäure oder Bromwasserstoffsäure eindampfen kann, ohne daß das Drehungsvermögen eine Einbuße erleidet (A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 124. 1912).

Äußerst beständig sind die aktiven Salze $\begin{bmatrix} Cl \\ NH_3 \end{bmatrix} Co\,en_2 \Big] X_2$ und $\begin{bmatrix} Br \\ NH_3 \end{bmatrix} Co\,en_2 \Big] X_2$ (Ber. d. dtsch. Chem. Ges. **44**, 1887. 1912), ferner die Flavoreihe $\begin{bmatrix} NO_2 \\ NO_2 \end{bmatrix} Co\,en_2 \Big] X$, hierbei stieg die spez. Drehung in der Reihenfolge:

Jodid < Nitrat < Bromid < Chlorid; Sulfat

$[\alpha]_D = \pm 35° < \pm 41{,}5° < 44° < 50° \quad 45°$

(Ber. d. dtsch. chem. Ges. **44**, S. 2445):

Chlornitroreihe (ib. **44**, 3272. 1912), s. o.: $[\alpha]_D = -21{,}5°$

Dinitroreihe . . . . . $[\alpha]_D = -50°$

Nitro-isorhodanatoreihe . . . . . $[\alpha]_D = -84°$

$$\begin{bmatrix} Cl(NO_2,\ SCN) \\ NO_2 \end{bmatrix} Co\,en_2 \Big] Cl.$$

1,2 - Dichloro - diäthylendiamin - kobaltisalze (A. WERNER, Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **44**, 3279. 1912)

$\begin{bmatrix} Cl \\ Cl \end{bmatrix} Co\,en_2 \Big] X$ gehen in wässeriger Lösung leicht in Chloroaquo- und Diaquosalze über, dabei nimmt die Drehung schnell ab und wird nach 3—24 Stunden Null (*Autoracemisierung*).

Reihenfolge der Drehungsgrößen:

	Nitrat	< Bromid	< Chlorid	Sulfat	< Dithionat
$[\alpha]$ =	−164°	−176°	−200°	−182°	−164°
$[M]$ =	−511°	−581°	−607°	−540,5°	−556°

Bei den Komplexkobaltisalzen mit β-Ketonresten fanden A. WERNER, J. E. SCHWYZER und W. KARRER (Helv. chim. Acta **4**, 113. 1921), daß die Racemisierung in *alkoholischen* Lösungen nicht eintritt, wenngleich in wässerigen Lösungen Inaktivierung erfolgt. Auffallend war auch die Autoracemisierung der reinen Propionylacetonatosalze beim Stehenlassen in fester Form (Abnahme der Drehung in 4 Monaten um etwa 15%. Vielleicht photochemische Isomerisation?). Die Acetylacetonatodiäthylendiaminkobaltisalze zeigten die folgende Reihenfolge in den Drehungsgrößen:

	Jodid	Chlorid	Bromid	Rhodanid	Perchlorat	Nitrat
$[\alpha]_D$ =	± 400°	543° (550°)	±460°	±533°	±543°	±550°
$[M]_D$ =	±2204°	2107° (2134°)	2102°	2107°	2107°	2217°

Um die Prüfung und Ausdehnung der Wernerschen Lehre hat sich besonders L. TSCHUGAEFF verdient gemacht. Die Platinmetalle als Zentralatome und organische Sulfide, Thioäther u. a. als komplexe Reste sind von ihm eingehend untersucht worden. (Vgl. noch die letzten, nach seinem Tode veröffentlichten Arbeiten, Zeitschr. f. anorg. Chem. **135**, 143, 153, 385, 392. 1924.)

Optisch-aktive Komplexsalze des vierwertigen *Platins* vom Typus $[Pt\,(en_2)]X_4$ hat unlängst auch F. M. JAEGER untersucht (Zeitschr. f. Krystallogr. **58**, 172. 1923).

In besonders eingehender Weise hat F. M. JAEGER das Gebiet dieser *spaltbaren* Metallkomplexsalze erforscht (Verh. Kon. Akad. v. wetensch., Amsterdam **17**, **18**, **19**, **20**. 1917; **21**. 1918): dreiwertige *Rhodium-*, *Ferri-*, *Kobalti-*, *Iridium-*, *Chrom*iverbindungen.

Hinsichtlich der absoluten Werte der Drehung zeigt er, daß sowohl das Zentralmetallatom als auch die um dasselbe gruppierten Substituenten von ausschlaggebender Bedeutung sind. So haben Rhodium- und Chromsalze von gleicher Zusammensetzung nahezu die gleiche Rotation, Malonate kleiner als Oxalate. Die absoluten Werte der Molarrotation variieren je nach der Lichtart von − bzw. ±0° bis zu +28 000°, die Rotationsdispersion ist immer anomal.

(JAEGER berechnet die Molarrotation[1]) nach der Formel $[M] = \frac{\alpha \cdot V}{l}$, worin V das Volum der Lösung in Kubikzentimetern, enthaltend 1 Mol, und l die Rohrlänge in Zentimetern (= 20) bedeutet. Dieserart werden seine Zahlenwerte für die Molarrotation zehnmal größer als diejenigen von WERNER.)

Für die *Metallkomplexsalze* ist *röntgenographisch* durch SCHERRER und STOLL (Zeitschr. f. anorg. Chem. **121**, 319. 1922), durch DICKINSON (Journ. of the Americ. chem. soc. **44**, 276, 2404. 1922) u. a. für die Komplexsalze vom Typus $K_2[PtCl_6]$ bzw. $[PdBr_4]Rb_2$ bzw. $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ ein gleichartiger Bau in Krystallform festgestellt worden; *die NH_3-Molekeln, ebenso wie die Halogenatome befinden sich an den Ecken eines Oktaeders, das das Zentralatom umlagert. Diese Tatsache stellt eine glänzende Bestätigung der chemischen Formulierung Werners dar.*

N. V. SIDGWICK (Journ. of the Lond. chem.

[1]) Vgl. z. B. Rec. Trav. chim. P.-B. **38**, 202.

soc. **123**, 725. 1923) und T. M. LOWRY (Chem., industr. a. engineer. **42**, 412. 1923) haben die Koordinationsverbindungen mit der Bohrschen Atomtheorie in Einklang zu bringen versucht.

Stereoisomere innere Komplexsalze im Sinne der Wernerschen Oktaedertheorie.

Kobaltiglycin, rotgefärbte u. violettgefärbte Form	H. LEY und H. WINKLER (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **42**, 3894. 1909; **45**, 372. 1912).
Kobalti*alanin*, rotgefärbte u. violettgefärbte Form	
Chromiglycin, rotgefärbte u. violettgefärbte Form	LEY und FICKEN (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **45**, 377. 1912).
Chromialanin, rotgefärbte u. violettgefärbte Form	
Mit rechtsdrehendem Alanin:	
akt. Kobaltialanin: $[M]_r = -472°$, $[M]_r = +1330°$	LEY und FICKEN (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **50**, 1123. 1917; s. a. ib. **57**, 349. 1924).
Kobaltipicolat: rot und violett	
Chromipicolat: rot und blau	
Platopicolat: farblos und gelb	
Plato-äthyl-thioglykolat, schwachgrünlich u. kanariengelb	LUDWIG RAMBERG (Ber. d. Dtsch. Chem. Ges. **43**, 580. 1910; **46**, 3886. 1913).
Nickelmethylglyoxime: orangefarbig und dunkelrot	L. TSCHUGAEFF (Journ. d. Russ. Phys.-chem. Ges. **42**, 1466. 1911).

Anorganische Diazoverbindungen. A. HANTZSCH (Die Diazoverbindungen, S. 114. 1921) vertritt die Ansicht, daß die *Untersalpetrigsäure* HO·N:N·OH (bzw. deren Salze) stereoisomer ist mit dem Thieleschen *Nitramid* $H_2N \cdot NO_2$. Er erteilt der ersteren Verbindung die Formel eines Anti-, der letzteren diejenige eines Synkörpers der Diazoreihe:

(Me, H)O·N	(Me, H)O·N
‖	‖
N·OMe	MeO·N
Antiform (untersalpetrige Säure)	Synform (Nitramid)

Stereochemie der krystallisierten Stoffe.

P. PFEIFFER (Zeitschr. f. anorg. Chem. **92**, 376. 1915; **97**, 161. 1916; **105**, 26. 1918) faßt die *Krystalle als extrem hochmolekulare Molekülverbindungen* auf und erweitert den Koordinationsbegriff dahin, daß außer Einzelatomen auch Atomgruppen als Koordinationszentren mit den Koordinationszahlen 3, 4 und 6 sowie 8 und 12 in Betracht kommen können. Die sterischen Formeln der anorganischen Verbindungen mit den Zahlen 4, 6, 8 und 12 bezieht er auf einen Würfel, in dessen Mitte sich das Zentralatom befindet.

W. BILTZ (Zeitschr. f. Elektrochem. **29**, 348. 1923; s. a. Zeitschr. f. anorg. Chem. **130**, 130. 1923) erblickt nun die Aufgabe der heutigen Stereochemie darin, „den Zusammenhang der nunmehr in absolutem Maße vorliegenden Raumzahlen mit den chemischen Verwandtschaften zu erörtern, die bei dem Aufbau der Atomgebäude gewonnen oder verbraucht werden. Insbesondere soll die Stereochemie im engeren Sinne den *Zusammenhang der Struktur eines Krystallgitters und der Arbeit ermitteln, die mit seiner Entstehung verknüpft ist.*"

Von diesem bestimmt umrissenen Standpunkt aus hat dann BILTZ an den Ammoniakaten den Raumfaktor mit dem Energiefaktor durch experimentelle Untersuchungen in Zusammenhang gebracht. — Hier handelt es sich um ganz anders geartete Aufgaben, als wir sie bisher betrachtet haben.

Aus dem Vorkommen der Koordinationszahl 5 (anstatt der häufigen KZ. 6) leitet G. F. HÜTTIG (Zeitschr. f. anorg. Chem. **114**, 24. 1920) auf Grund geometrischer Betrachtungen die Möglichkeit *neuartiger Isomerien bei gleichartiger* Beschaffenheit sämtlicher Substituenten ab.

J. H. VAN 'T HOFF und LE BEL begründeten eine räumliche Lagerung (Anordnung) *der Atome in der Einzelmolekel.*

Die moderne Atomphysik und Elektronik geht wiederum hierüber hinaus; sie will die *räumliche Anordnung der Elektronen (und Protonen?) in dem Einzelatom* erforschen. Wird man auch hier vielleicht mit Isomerie- und Asymmetriebegriffen rechnen müssen wie bei den Molekeln?

(Fortsetzung folgt.)

Fortschritte in der geologischen Kenntnis Südosteuropas.

Von ERNST NOWACK, Wien.

Es klingt kaum glaublich, daß sich bis in das letzte Jahrzehnt in Europa, und noch dazu in einem Gebiete, das von Zentren wissenschaftlicher Forschung wie Wien und Rom, nicht einmal zwei Tagereisen entfernt ist, noch weite Länderstrecken erhalten haben, die als geologisch-geographisches Forschungsgebiet als fast ebenso jungfräulich zu bezeichnen waren als irgend welche Landstriche Asiens oder Südamerikas. Es gilt das vor allem von der zentralen Balkanhalbinsel, — von Albanien im weiteren Sinne[1]). Auch von dem übrigen Teile Südosteuropas ist bis heute die geologische Kenntnis noch recht lückenhaft und der geologische Aufbau erst in großen Zügen bekannt. Im letzten Jahrzehnt — während und im Gefolge des Weltkrieges

[1]) Der heutige Staat Albanien umfaßt nur einen geringen Teil jenes Gebietes, das in der Türkei wegen der vorherrschend albanischen Bevölkerung als Albanien bezeichnet wurde und in 4 Vilajets (Uesküb, Monastir, Skutari und Janina) geteilt war.

— ist ein riesiger Schritt in der geologischen Kenntnis der Balkanhalbinsel nach vorwärts getan worden; es sind die letzten großen Lücken im geologischen (und z. T. auch topographischen!) Kartenbilde Europas geschlossen worden und die Balkanhalbinsel, die bisher auf der internationalen geologischen Karte Europas eher einer Farbenpalette als einem geologischen Kartenbilde glich und nur geringen Zusammenhang mit dem übrigen Europa erkennen ließ, ist heute organisch dem Körper des Kontinentes angefügt. So scheint es wohl berechtigt, einen über die Fachwelt hinausgehenden, weiteren, naturwissenschaftlichen Leserkreis in diesen letzten Abschnitt der geologischen Ersterforschung Europas Einblick zu gewähren.

Die ersten Pioniere in der geologischen Erforschung Südost-Europas waren in den Jahren 1830—1850 AMI BOUÉ, der in Österreich lebende französische Emigrant und sein Freund VIQUESNEL; sie durchzogen auf zahlreichen Reisen, teils gemeinsam, teils getrennt, die damalige europäische Türkei und sammelten sehr reiches und verläßliches Beobachtungsmaterial, das uns in manchen Gegenden der Balkanhalbinsel bis heute noch die einzige Grundlage bietet. Ihnen folgten dann, — in den siebziger bis achtziger Jahren — die österreichischen Forscher HOCHSTETTER, der die östliche Türkei (Thrazien und Rumelien) bereiste, TOULA, welcher das Balkangebirge erforschte, ferner BITTNER, NEUMEYER und TELLER, welche auf einer von der Wiener Akademie der Wissenschaften veranlaßten Forschungsreise die erste Kenntnis vom geologischen Aufbau Griechenlands heimbrachten. Als der eigentliche Pionier in der geologischen Forschung Griechenlands muß aber PHILIPPSON genannt werden, welcher auf langjährigen Reisen den geologischen Bau des Peloponnes, Mittel- und Westgriechenlands, erkundete. Alles dies waren sozusagen die ersten geologischen Entdeckungsfahrten, deren Ergebnisse unbeschadet ihrer großen Bedeutung und Verdienstlichkeit, noch mit großen Irrtümern behaftet waren. Nur der nordwestlichste Teil der Balkanhalbinsel, das damals unter Österreich gestandene Dalmatien, Bosnien und Herzogovina, erfuhren während dieses ersten, bis Ende des vorigen Jahrhunderts währenden Abschnittes der geologischen Erforschungsgeschichte Südosteuropas bereits eine eingehendere Untersuchung.

Mit Beginn unseres Jahrhunderts setzte dann eine mehr lokalisierte Forschungstätigkeit ein, die wohl während des ersten Jahrzehnts sehr reiches, wertvolles Material zutage förderte, ohne daß jedoch ein klares Bild über die Zusammenhänge im Gesamtaufbau der Balkanhalbinsel gewonnen worden wäre. An erster Stelle sind hier die griechischen Forschungen von CARL RENZ zu nennen. Durch zahlreiche glückliche Funde von Versteinerungen gelang es diesem unermüdlichen Forscher fast alle bis dahin ihrem geologischen Alter nach sehr zweifelhaften, überaus mächtigen Ablagerungsgesteine Griechenlands ihrem Alter nach festzulegen und so ein wohlgegründetes Gerüst für die geologische Entwicklungsgeschichte Griechenlands zu schaffen. Während nach der Auffassung von PHILIPPSON und der österreichischen Forscher die ganzen ungeheueren Sedimentmassen Griechenlands der Kreideformation und dem Alttertiär angehören sollten, gelang es RENZ nachzuweisen, daß in Hellas von der Steinkohlenformation angefangen alle geologischen Zeitalter durch reiche und mannigfaltige Gesteinsausbildungen vertreten sind. Leider hat RENZ bis heute sein ungeheueres Material von Beobachtungen noch nicht zu einer zusammenfassenden Darstellung verarbeitet, so daß uns eine kartographische Festlegung der Verbreitung der geologischen Formationen in Griechenland auf Grund der Renzschen Forschungen noch fehlt.

Auch die bereits von PHILIPPSON erkannte Überschiebungstektonik in den griechischen Hochgebirgen (besonders dem Pindossystem), — daß nämlich infolge des bei der Gebirgsfaltung von Osten her wirkenden sehr kräftigen Druckes Pakete älterer Gesteine aus dem Schichtverband losgelöst und auf weite Strecken über jüngere Gesteine des Vorlandes überschoben wurden, — ist von RENZ weiter ausgebaut und begründet worden.

Besonders hochwertige und ergebnisreiche Einzelforschungen wurden im gleichen Zeitabschnitt in dem überaus schwer bereisbaren Nordalbanien von dem vielseitigen ungarischen Gelehrten BARON NOPCSA durchgeführt. Er hatte sich wohlberechnend ein Forschungsgebiet erwählt, in welchem ein Schlüssel für das Verständnis für den Mechanismus des gesamten, die westliche Balkanhalbinsel durchziehenden großen „dinarischen" Faltengebirgssystems verborgen lag. Hier in Nordalbanien vollzieht sich in eigenartigem Knick ein Wechsel im Streichen der Gebirge aus der dinarischen NW-SE Richtung (wie sie in Dalmatien, Bosnien, Montenegro herrscht) in die albanische N-S-Richtung, was sich auch im Verlauf der adriatischen Ostküste und überhaupt in der ganzen Gestalt der Halbinsel wiederspiegelt. NOPCSA stellte im Bereiche dieses „Albanischen Knickes" eine ungeheure Zusammenstauung der einzelnen Gebirgselemente, ein Vorprellen der inneren Gebirgszonen gegen außen, gegen die Adria fest, was in gewaltigen Überschiebungsvorgängen seinen Ausdruck findet: Die mächtige, alle Formationen von der Steinkohlenformation bis zum Alttertiär umfassende Kalktafel der nordalbanischen Alpen ist mindest 10 km in südwestlicher Richtung, das inneralbanische Eruptivgebirge über 30 km in westlicher Richtung über eine wildgefaltete, aus Trias, Jura und Eocän bestehende Gebirgszone aufgeschoben worden. Breiartige Zerquetschung und Gesteinszertrümmerung in ungeheurem Ausmaß, oft eine Gesteinsmasse von vielen hundert Metern Mächtigkeit bildend, bezeichnet die riesigen Schubflächen. Durch die tief eingeschnittene, alle Gebirgszonen in einem großartigen Durchbruch querende Drinschlucht ist der Gebirgsbau in selten schöner Weise entblößt worden und sind dadurch

alle Erscheinungen der Gebirgsfaltung, -überschiebung und -zertrümmerung der Beobachtung unmittelbar zugänglich.

Die Ursachen für diese von NOPCSA entdeckte Gebirgsstauung im „Albanischen Knick" aufzuklären, blieb erst dem jüngsten Forschungsabschnitt vorbehalten. Es wird später nochmals darauf zurückzukommen sein.

Um die Erforschung Montenegros machten sich zwei italienische Forscher: MARTELLI und VINASSA DE REGNY, sowie der deutsche Geograph KURT HASSERT verdient. Im österreichischen Anteil der Balkanhalbinsel machte die Detailforschung rüstige Fortschritte[1]), auch das geologische Bild Bulgariens, welcher Staat seit 1905 eine eigene geologische Landesuntersuchung ins Leben gerufen hatte, begann sich zu klären. Dagegen klaffte bis vor dem Kriege noch eine große Lücke in der ganzen zentralen Balkanhalbinsel, in Mazedonien, Serbien und dem mittleren und südlichen Albanien. Wohl waren durch neuere Forschungsreisen, wie jene NOPCSAS und der Geographen CVIJIČ und OESTERREICHER weitere geologische Tatsachen aus diesen Gebieten bekannt geworden, aber zu einer festumrissenen Anschauung über den geologischen Bauplan Südosteuropas reichte das bei weitem nicht aus. Über die inneren Zusammenhänge der verschiedenen Gebirge der Balkanhalbinsel und über ihr Verhältnis zum Alpensystem tappte man noch völlig im Dunkel; Versuche, sich durch kühne Synthesen über die Unkenntnis von Tatsachen hinwegzusetzen, mußten in die Irre führen. Gab es ja noch immer viele Tausend Quadratkilometer zusammenhängender Gebiete in Südosteuropa, die noch keines Geologen Fuß betreten hatte.

Der letzte und überaus erfolgreiche Forschungsabschnitt trat im Weltkriege mit der Besetzung eines großen Teiles der Balkanhalbinsel durch die Mittelmächte ein. Wissenschaftliche Körperschaften wie die militärischen Verwaltungsbehörden wetteiferten darin, die neuerschlossenen Gebiete der Forschung zugänglich zu machen. Fast alle Wissenszweige kamen hierbei zu ihrem Recht, besonders aber die Geologie dank ihrer wirtschaftlichen Bedeutung. So kam es, daß während der kaum dreijährigen Besetzung derartige Fortschritte in der Kenntnis der Balkanhalbinsel erzielt wurden, wie dies unter normalen Verhältnissen vielleicht erst in 1—2 Jahrzehnten erreicht worden wäre.

Im Folgenden sollen nun die neuesten, für die Auffassung des geologischen Baues der Balkanhalbinsel grundlegenden Erkenntnisse kurz skizziert werden.

Drei Grundtatsachen hatten sich schon aus den klassischen Reisen der ersten Balkanpioniere ergeben: den östlichen Teil der Balkanhalbinsel: Thrazien, den südlichen Teil Bulgariens und Ostmazedoniens, nimmt eine alte krystalline Masse ein, welche seit dem Paläocoicum keine wesentliche Faltung mehr mitgemacht hat und seither während des größten Teiles der Erdgeschichte die Rolle eines Festlandes gespielt hat. Diese Masse sendet einen mächtigen Sporn tief nach Serbien ins Moravagebiet hinein bis fast vor die Tore Belgrads. Gegen Süden zu ist die alte Festlandsmasse im Gebiet des heutigen Ägäischen Meeres niedergebrochen, wie Ruinen desselben in den Inseln der Zykladen und im westlichen Attika erweisen. Nach Nordost schließt sich an die krystalline Masse eine junggefaltete Sedimentzone, die das Balkangebirge umfaßt und die die offenkundige Fortsetzung des karpathischen Gebirgsbogens darstellt. Westlich der alten Masse, welche wir als Rhodopemasse bezeichnen (nach dem Rhodopegebirge), zieht sich ein breiter, in Nord-Süd bis Nordwest-Südost-Richtung gefalteter Sedimentgürtel dahin, der von halbkrystallinen Gesteinen und großen Massen basischer Eruptiva (Grünsteine, Ophiolite) sowie jungvulkanischer Gesteine (Trachyt, Andesit) durchschwärmt wird. Die Untersuchungen der österreichischen Geologen in Bosnien-Dalmatien, sowie von RENZ in Griechenland zeigten, daß zumindest im westlichen Teile am Aufbau dieser Sedimentzone alle Formationen von der Steinkohlenformation (Altpaläocoicum bleibt noch fraglich) beteiligt sind, daß wir es also hier mit den durch Gebirgsfaltung emporgetürmten Ablagerungen eines gewaltigen, dem alpinen ähnlichen Sedimentationstroges (Geosynklinale) zu tun haben. Aus den Beobachtungen der in Dalmatien tätigen Aufnahmgeologen, ferner PHILIPPSONS, RENZS und vor allem NOPCSAS ließ sich bereits erkennen, daß die Gebirgsfaltung in den äußeren Zonen unter einem gewaltigen Druck von Osten her vor sich gegangen war, der die Ablösung großer Gesteinspakete von ihrer Unterlage und deren Überschiebung über jüngere Gebirgsglieder im Westen zur Folge gehabt hat. Dabei hatte sich ein besonders kräftiges Vorprellen innerer Gebirgselemente gegen äußere und damit in Verbindung die bereits erwähnte große Gebirgsstauung im „Albanischen Knick" geltend gemacht. Ungeklärt blieb noch der ganze Gebirgsbau im innern (mazedonischen) Anteil des Sedimentgürtels, ferner die Rolle, welche die krystallinen bis halbkrystallinen Gesteinsinseln hier spielen und schließlich auch die Frage des fast sagenhaften „Grünsteinlandes", d. h. der ganze Fragenkomplex, der sich um das massenhafte Auftreten der sonst seltenen, hier wahrscheinlich eine breite, zusammenhängende Zone bildenden ophiolitischen Gesteine (Gabbro, Peridotit, Serpentin usw.) und der mit diesen eng verknüpften Sedimente (Jaspisschichten, Schieferhornsteine) rankte.

Deutsche, österreichische und ungarische Geologen haben während des Krieges an der Lösung dieser Fragen zusammen gewirkt[1]). An reichen Ergebnissen steht allen voran KOSSMAT, welcher

[1]) Hier ist vor allem für Bosnien KATZER, für Dalmatien: KERNER, SCHUBERT und BUKOWSKY zu nennen.

[1]) Es arbeiteten HAMMER und AMPFERER in Serbien, LOCZY in Serbien, KOSSMAT in Serbien und Mazedonien, GRIPP, WURM, WELTER, GOEBEL, ERDMANNSDÖRFER in Mazedonien, KERNER, NOWACK in Albanien.

auch seine Forschungen mit jenen seiner Fachgenossen in benachbarten Gebieten verknüpft und zu einem inhaltsreichen Buch[1]) verarbeitet hat.

Von grundlegender Bedeutung ist vor allem die Erkennung einer selbständigen, von der Rhodoperegion durch eine sehr charakteristische Gebirgszone, die weiter unten besprochen wird, getrennte krystalline Masse, die von KOSSMAT als *„Pelagonische Masse"* bezeichnet wird, da sie die Gebirge im Umkreis der großen Pelagonischen Ebene (Gegend von Prilep und Monastir) umfaßt. Nach Süden setzt sie sich, durch zahlreiche junge Einbrüche zerstückelt, in den Olymp fort und endet in der Magnesischen Halbinsel am Ägäischen Meere gegenüber Euböa. Diese starre, wie ein großer Fremdkörper innerhalb der Sedimentanhäufungen steckende Masse hat auf die ganze Entwicklung des Faltungssystems in der zentralen und westlichen Balkanhalbinsel einen außerordentlichen Einfluß genommen. Sie spielt die Rolle eines stauenden Hindernisses, an welchem die Falten ausschwenken mußten, wodurch sie notgedrungen eine starke Zusammendrängung erfuhren. Dort, wo sich der krystalline Kern im Hinterlande emporzuwölben beginnt, dort prallen im westlichen Vorlande, im „Albanischen Knick" die einzelnen Gebirgszonen vor, dort stauen sich die Gebirgselemente und überschieben sich in jener großartigen Weise, wie das NOPCSA beschrieben hat. Das ganze Umschwenken der Faltenzüge aus der dinarischen NW-SE-Richtung in die albanische N-S-Richtung und damit eines der wesentlichsten Merkmale in der orographischen wie geologischen Gestaltung der Balkanhalbinsel ist auf diese Stauwirkung der Pelagonischen Masse zurückzuführen, und damit haben alle die interessanten, zuerst von NOPCSA beobachteten Erscheinungen im „Albanischen Knick" ihre Erklärung gefunden.

Zwischen Rhodope- und Pelagonischer Masse zieht sich im allgemeinen dem Laufe des Wardarflusses folgend, ein überaus eng gepreßtes und verschupptes Faltengebirge hindurch, dessen Vorhandensein vor dem Kriege gänzlich unbekannt war. Es wurde gleichfalls von KOSSMAT entdeckt, der es als *Wardar-Schuppenzone* bezeichnet. Paläocoische und mesocoische Sedimente beteiligen sich in mannigfaltiger Ausbildung, vielfach auch durch Druck hochgradig verändert (krystallinisch), an ihrem Aufbau; auch grüne Euruptiva (Ophiolithe) und jungvulkanische Gesteine spielen eine große Rolle. Die Zone läßt sich aus Serbien durch das Ibargebiet ins Wardargebiet bis an den Golf von Saloniki verfolgen. Sie zerschneidet somit den ganzen Körper der Halbinsel und bildet gleichsam die Naht zwischen dem so verschieden gebauten und sich verschieden verhaltenden Ost- und Westteil der Halbinsel. Durch das massenhafte Auftreten der Eruptivgesteine, durch sehr reiche Erzvorkommen, die auf bis in große Erdtiefen geöffnete Zufahrtswege deuten, erweist sich die Wardarzone als die labilste Zone der ganzen Halbinsel. Auch der Einbruch des oligocänen Meeres erfolgte von Süden her in der Richtung der Wardarzone und wir werden auch die heutige Bucht von Saloniki mit dieser „schwachen Stelle" im Körper der Halbinsel in Verbindung bringen können. Schon in alter Zeit (Wende des Paläocoikums und Mesocoikums) mag die erste Abspaltung der Pelagonischen von der Rhodopemasse erfolgt sein; durch die entstehende Lücke fluteten dann die Meere des Mesocoikums und setzten hier ihre Sedimente ab. Dann, — wohl mit Ende der Jurazeit, — begann hier der Zusammenschub, der die Gebirgsbildung auf der ganzen westlichen Balkanhalbinsel einleitete. Die Ablagerungen des Paläocoikums, der Trias- und Juraformation, wurden in enge Falten zusammengepreßt. Dann folgte eine Zeit verhältnismäßiger Ruhe, in welcher das Oberkreidemeer wiederum seine Ablagerungen über die eben gebildeten Falten ausbreiten konnte. Zur Zeit des Alttertiärs, in der die Gebirgsbildung immer weiter nach Westen fortschritt und immer neue Ablagerungen dem dinarischen Sedimentationstrog entriß und zu Falten emportürmte, erlitt auch noch die Wardarzone einen neuerlichen Zusammenschub. Aber schon im Oligocän, während im Westen die gebirgsbildenden Kräfte sich am höchsten entfalteten, begann im Osten die Auflockerung und der Zusammenbruch. Das Eindringen des Oligocänmeeres, das Emporkommen riesiger Eruptivmassen weist deutlich darauf hin. Während die Ablagerungen der Oligocänzeit im Wardargebiet kaum merklich mehr gefaltet sind, haben die Forschungen in den westlichen Gebirgszonen der Balkanhalbinsel gezeigt, daß die Gebirgsbewegungen dort noch in nacholigocäner Zeit riesige Ausmaße erreicht haben und die Bewegungen durch die jüngsten geologischen Zeiten bis in die Gegenwart andauern. In prachtvoller Weise kommt somit in der Balkanhalbinsel das Gesetz zum Ausdruck, daß die Gebirgsbildung von innen, von den starren Massen nach außen, gegen den Sedimentationstrog fortschreitet und dabei allmählich die älteren Gebirgselemente im Hinterlande immer mehr erstarren. So wird der Inhalt des Sedimentationstroges im Vorland langsam aufgezehrt und ausgepreßt, während im Hinterland durch das Niederbrechen der starren Festlandsmassen, die Anlagen zu neuen Sedimentationströgen geschaffen werden; so dürfte vielleicht die erst in Entstehung begriffene Ägäis in ferner geologischer Zukunft für eine ähnliche Rolle bestimmt sein, wie es seit dem Mesocoikum die „Dinaris" — wenn wir so das Meer, aus dem das dinarische Gebirgssystem emporwuchs, nennen können, — spielte.

Auch mit der Beantwortung der Frage nach der so merkwürdigen *Grünsteinzone* der Balkanhalbinsel ist man nun einen großen Schritt weiter gekommen. Zunächst ist nun tatsächlich nachgewiesen, daß die ophiolitischen Gesteine, bald mehr

[1]) „Geologie der zentralen Balkanhalbinsel", H. 12 der Sammlung „Die Kriegsschauplätze, geologisch dargestellt"; Gebrüder Borntträger, Berlin 1924.

oder weniger mit Sedimentgesteinen vermengt oder von ihnen bedeckt, aus der NW-Ecke Bosniens in ununterbrochenem Streifen bis nach Euböa und Attika streichen. Auf diese ganze große Erstreckung begegnet man immer wieder den gleichen Eruptivgesteinstypen. In der ganzen Zone sind die ophiolitischen Eruptiva von kieselsäurereichen Sedimentgesteinen (Jaspisschiefer, Schieferhornsteine) begleitet, die man meist als ausgesprochene Tiefseebildungen (nämlich Radiolariengesteine) auffaßte; in ihrer Vergesellschaftung fand jedoch KOSSMAT jetzt ausgesprochen terrigene, sogar grobklastische Sedimente, die auf Landnähe hinweisen. Man muß daher zu der Anschauung gelangen, daß der Kieselsäurereichtum nicht ursprünglich auf das Sedimentmaterial (Radiolarien, Spongien usw.) zurückzuführen ist, sondern erst durch eine spätere Verkieselung, — wahrscheinlich durch Emportreten kieselsäurereicher Warmwässer im Gefolge der Grünsteineruptionen — hervorgerufen ist. Dessenungeachtet bleibt es aber sicher, daß die Grünsteineruptionen größtenteils submarin und in bedeutenden Meerestiefen erfolgt sind. Der Zusammenhang zwischen den Ophioliten und den Geosynklinalen, wie ihn zuerst STEINMANN aufgezeigt hat, bleibt bestehen; wir haben es in den Ophioliten gewiß mit der Geosynklinalfacies der Eruptiva zu tun. Es ist ja leicht einzusehen, daß die schweren Magmen der Tiefe am ehesten in den labilen Depressionszonen der Erdkruste, wie sie die Geosynklinalen darstellen, Eingang finden. Auch in den Alpen kennen wir ja eine Grünsteinzone, wenn sie auch infolge des verschiedenen und auf höherer tektonischer Entwicklungsstufe stehenden Baues der Alpen nicht jene Beständigkeit und Geschlossenheit aufweist wie jene des tektonisch jüngeren und einfacher gebauten dinarischen Gebirgssystems.

Bezüglich der lange umstrittenen zeitlichen Festlegung der Eruptionen stimmen die Beobachtungen jetzt darin überein, daß sie im wesentlichen ins Mesocoikum, und zwar ihr Höhepunkt wohl an die Wende von Jura und Kreide fallen. Die großen Injektionen basischen Magmas in NW-Serbien müssen nach den Untersuchungen von HAMMER und AMPFERER allerdings schon Ende des Paläocoikums stattgefunden haben, andererseits reichen die Eruptionen weiter im Süden, wo auch die Gebirgsbildung jünger ist (in Griechenland und Südalbanien) sicher bis ins Tertiär und sie haben hier gewiß noch die großen Gebirgsbewegungen begleitet. Ja, es scheint, daß sogar gerade das Empordringen der ophiolitischen Gesteine mit dem Aufleben der Gebirgsbildung in den Geosynklinalen in ursächlichem Zusammenhang steht.

Auch in das Verhalten der *dinarischen Außenzonen* ist noch manche Klarheit gebracht worden. So zeigte sich, daß aus dem Epirus über Niederalbanien in die Adria auslaufend, eine ganz junge Gebirgszone heute noch im Aufsteigen aus dem Schoße der Adria begriffen ist und daß die von Osten her als gewaltige Schubmasse vorrückende Ophiolitzone sich über das junge Faltenland schiebt, wobei der Faltenwurf desselben auch noch weit vor der anrückenden Stirn der Schubmasse beeinflußt wird. — Die Erkennung Niederalbaniens als jugendliches, aus mächtigen Tertiärschichten aufgebautes Faltenland hat auch praktische Bedeutung gewonnen insofern, als es dadurch zu einem hoffnungsvollen Erdölgebiet gestempelt wird[1]).

Die neuen Erfahrungen über den Bau der Gebirge der Balkanhalbinsel haben auch die Frage des *Verhältnisses der Alpen zum dinarischen Gebirgssystem* neuerdings zur Erörterung gestellt.

Es ist sicher, daß die durch KOSSMAT während des Weltkrieges gemachten Entdeckungen in Mazedonien große Analogien zwischen dem Bau der Alpen und dem Bau der Balkanhalbinsel aufgedeckt haben. KOSSMAT dürfte jedoch zu weit gehen, wenn er die zentralen und südlichen Faltenzonen der Alpen unmittelbar in die Gebirgszonen der Balkanhalbinsel fortsetzen lassen will. So faßt er die Wardar-Schuppenzone als Fortsetzung der Tonalitzone der Südalpen, die Rhodope als Fortsetzung der krystallinen Zone der Zentralalpen auf. Die Stellung dieser Zonen im Gesamtaufbau des Systems dürfte wohl hier und dort die gleiche sein, dagegen muß eine vollkommene Verschmelzung des Alpenkörpers mit dem Körper des dinarischen Systems in dem Sinne, daß die Alpenfalten in die dinarischen Falten einschwenken, abgelehnt werden. Dies hat jüngst WINKLER auf Grund eines umfassenden und überaus exakten Beobachtungsmaterials dargetan[2]) und auch JENNY hat dies in seiner kürzlich gegebenen Alpensynthese richtig erkannt[3]). WINKLER zeigt, daß die südalpinen Falten in westöstlicher Richtung gegen die Pannonische Ebene auslaufen und er findet eine Fortsetzung der Südalpen im Bakonywald. Keine der alpinen Falten schwenkt in die dinarische Richtung um. Wo die äußeren dinarischen Faltenzüge an den Alpenstamm heranstreichen, dort entsteht eine Knickung im Gebirgskörper, die mit bedeutenden, zum Faltenverlauf diagonal gerichteten Überschiebungen verbunden ist. So lenken zwar die dinarischen Falten in die südalpinen Falten ein, aber nicht, indem sie diese fortsetzen, sondern indem sie sie „überprägen"; sie drückten den bereits vorhandenen südalpinen Falten dinarische Charaktermerkmale auf. Das wesentliche ist, daß die äußeren dinarischen Faltenzüge bedeutend jünger sind als die südalpinen. Im dinarischen Bereiche herrschte noch das Geosynklinalstadium, als die südalpinen Faltenzüge schon bestanden;

[1]) Kohlenwasserstoffvorkommen waren schon seit ältesten Zeiten in Albanien bekannt, ohne daß sie jedoch in der neueren Zeit die gebührende Beachtung gefunden hätten.

[2]) „Über den Bau der östlichen Südalpen"; Mitt. d. Geol. Ges. Wien, B. XVI. (1923).

[3]) „Die alpine Faltung"; Verl. Gebr. Bornträger, Berlin 1924.

durch die jüngere dinarische Faltung wurden die Südalpen nur noch nachträglich in Mitleidenschaft gezogen. WINKLER vermochte es aus den faciellen Verhältnissen der Ablagerungen herauszulesen, daß während des ganzen mesocoischen Zeitalters eine Schwelle den südalpinen vom dinarischen Sedimentationstrog trennte; dies war von vornherein die Ursache einer selbständigen Entwicklung des alpinen und dinarischen Gebirgssystems. Erst in der jüngsten Gebirgsbildungsphase fand die Verschmelzung der beiden Systeme in dem Sinne statt, daß die dinarischen Falten sich an den alpinen stauten und diese, die noch keineswegs völlig erstarrt waren, überprägten.

Die inneren dinarischen Gebirgszonen, die wohl schon gleichzeitig mit den Alpen ihre erste Auffaltung erlebten, scheinen teils unter die Pannonische Ebene unterzutauchen, teils an der halbstarren „Agramer Masse" abzustoßen. Eine völlige Klärung des Verhältnisses zwischen den beiden Gebirgsstämmen wird in diesem Gebiete wohl nie möglich sein, da der größte Teil des entscheidenden Verbindungsstückes unter der Pannonischen Senke begraben liegt. Es bleibt aber wahrscheinlich, daß die von WINKLER erkannte mesocoische Landschwelle sich auch weiter nach Osten fortgesetzt hat und dadurch eine im wesentlichen selbständige Entwicklung auch des älteren, inneren Anteiles des dinarischen Systems gegenüber jener der Alpen bedingt hat.

In diesem groben geologischen Überblicke konnten nur die großen Fragen im Bauplan Südosteuropas berührt werden. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß in der jüngsten Zeit auch eine Summe von Kleinarbeit, fast ausschließlich durch deutsche, österreichische und ungarische Forscher auf der Balkanhalbinsel geleistet wurde. Sie wird den besten Ausdruck darin finden, daß binnen kurzem aus der Nordwestecke Bosniens bis hinunter an die griechische Grenze und Korfu ein breiter Streifen Landes im Maßstabe 1 : 200 000 geologisch kartiert vorliegen wird, — gerade in einem Teile Südosteuropas, wo die bisherige geologische Kartendarstellung, nämlich das bezügliche, im Jahre 1905 erschienene Blatt der internationalen geologischen Karte ein Bild aufweist, das mit den tatsächlichen Verhältnissen kaum eine Ähnlichkeit hat.

Besprechungen.

GMELINS **Handbuch der anorganischen Chemie.** 8. Aufl. Herausgegeben von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Leipzig u. Berlin: Verlag Chemie, G. m. b. H., 1924 u. 1925. 17 × 24 cm. Cadmium. 329 S. Preis 26 Goldmark. Zink. 214 S. Preis 18 Goldmark.

Der Beschluß der Deutschen Chemischen Gesellschaft, das altbekannte und unentbehrliche Gmelin-Krautsche „Handbuch der anorganischen Chemie" vom Verlag C. Winter, bei dem die letzten Auflagen erschienen sind, zu übernehmen und die Herausgabe der 8. Auflage selber zu besorgen, ist gewiß von allen anorganisch arbeitenden Chemikern Deutschlands mit Freude begrüßt worden. Mit einem gewissen Neid mußten sie ja bisher auf die Sorgfalt blicken, die die Deutsche Chemische Gesellschaft der Sammlung der organischen Literatur in Beilsteins „Handbuch der organischen Chemie" und dem „Literatur-Register der organischen Chemie" von STELZNER zuteil werden ließ; der Versuch, der vor einigen Jahren mit Unterstützung der Deutschen Chemischen Gesellschaft unternommen worden ist, den Anorganikern durch die Herausgabe eines „Lexikons der anorganischen Verbindungen" wenigstens ein nützliches Registerwerk zu bieten, kann nicht eben als geglückt bezeichnet werden; das Lexikon, obwohl in allen Bibliotheken vorhanden, wird zweifellos sehr wenig benutzt. Um so wichtiger war der kühne Entschluß der Gesellschaft, den gesamten Stoff der anorganischen Chemie und ihrer wichtigsten Grenzgebiete nun in einem vielbändigen Handbuch bearbeiten zu lassen. Denn es handelt sich hier um wesentlich mehr, als um eine verbesserte Auflage des alten Gmelin-Kraut; der außerordentlich wertvolle Grundstock des Materials sollte natürlich übernommen, die Bearbeitung selber aber von einem völlig modernen Standpunkt aus neu vorgenommen werden.

Es ist der Chemischen Gesellschaft gelungen, als Bearbeiter des neuen „Gmelin" (der Name des Herausgebers der 6. Auflage, KRAUT, wird mit Recht nun wieder fallen gelassen) den durch seine langjährigen Forschungen über seltene Erden in- und außerhalb Deutschlands bekannten Fachmann Professor R. J. MEYER zu gewinnen. Aus einem Stab junger Mitarbeiter, welche ihre ganze Arbeitskraft dem Werk widmen, ist unter seiner Leitung im Hofmannhause in Berlin — dem durch seine umfangreiche Bibliothek dazu besonders geeigneten Hauptquartier der Deutschen Chemischen Gesellschaft — nun eine eigene Redaktion parallel zu der Redaktion des Beilsteinschen Handbuches eingerichtet worden. Diese Zentralisierung der Arbeit wird man heutzutage als unerläßliche Vorbedingung für das Gelingen eines so gewaltigen Planes ansehen, wie es die Bearbeitung aller Einzelheiten der anorganischen Chemie ist; welche Unzuträglichkeiten es mit sich bringt, wenn ein Herausgeber nur auf den brieflichen Verkehr mit seinen Mitarbeitern angewiesen ist, die ihrerseits nur einen Teil ihrer freien Zeit zur Verfügung stellen können, das beweisen zur Genüge die vielen Handbücher mit Beiträgen von ganz ungleicher Art, deren Erscheinen sich auch meist ungebührlich lange hinzieht. So ist es z. B. auch wohl nicht Schuld des Herausgebers der vorausgehenden 7. Auflage des „Gmelin-Kraut", sondern in der Unvollkommenheit der früheren Organisation und Hilfsmittel begründet, daß die letzten Bände seit Jahren vergeblich erwartet werden, was besonders deshalb von allen Anorganikern schmerzlich empfunden wird, weil sich darunter auch der so wichtige — und auch im Handbuch von ABEGG noch fehlende — Eisenband befindet. Es ist zu bedauern, daß auf Grund von Verlegerkontrakten erst das Erscheinen des Eisens in der 7. Auflage des „Gmelin-Kraut" abgewartet werden muß, ehe die neue Redaktion sich diesem Element zuwenden darf. Vielleicht ist es doch noch möglich, diesen pietätvollen, aber für den wissenschaftlichen Fortschritt sehr schädlichen Zustand zu beseitigen!

Inzwischen hat Herr R. J. MEYER mit seinen Mit-

arbeitern eine ganze Reihe anderer Elemente gleichzeitig in Angriff genommen, und als erste Gaben liegen heute die Elemente Zink und Cadmium in 2 Bänden von 329 bzw. 214 Seiten vor. Sie lassen bereits erkennen, in welchem Sinne der Herausgeber seine Aufgabe auffaßt.

Als wichtiger Fortschritt gegenüber den früheren Auflagen fällt vor allem auf, daß bei der Besprechung komplizierterer Gleichgewichte von dem Hilfsmittel der Darstellung durch Diagramme reichlich Gebrauch gemacht ist. Der Zinkband enthält 14, der Cadmiumband sogar 23 Figuren, von denen die meisten der graphischen Darstellung von Gleichgewichten in Lösungen oder Schmelzen gewidmet sind. Man wird dem Herausgeber völlig in der Meinung beipflichten, daß auf diese Weise am besten das Ziel einer kurzen und inhaltreichen Wiedergabe der Versuchsergebnisse physikalisch-chemischer Analysen erreicht wird, und daß dieser Teil der physikalischen Chemie unbedingt noch in den Rahmen des „Gmelin" gehört. Auch sonst dürfte der Herausgeber bei der schwierigen und verantwortungsvollen Aufgabe, die Grenzen gegenüber den Nachbargebieten abzustecken, den Wünschen der meisten Benutzer des Buches entsprochen haben; während etwa bei der analytischen Chemie das Beispiel der früheren Ausgaben im großen und ganzen befolgt werden und durch das Weglassen der einzelnen Analysenzahlen sogar etwas Raum gewonnen werden konnte, mußten gegenüber dem befruchtenden Strom physikalischer Erkenntnis die Schleusen weiter als bisher geöffnet werden. Man findet in den neuen Bänden dementsprechend eine außerordentlich reiche Literaturübersicht über Messungen physikalischer Konstanten der Metalle selbst und ihrer Verbindungen und ebenso ist auch der modernen Krystallographie durch vollständige und durch gelegentliche Figuren unterstützte Wiedergabe der Ergebnisse der Röntgenanalyse gebührend Rechnung getragen.

In einem Punkt könnte vielleicht die heutige physikalische Überzeugung noch etwas stärker zur Geltung kommen: die Ordnungszahl ist eine so fundamentale Größe, daß es sich wohl empfehlen dürfte, sie deutlicher hervorzuheben; sie gibt ja nicht nur die Stellung des Elements im natürlichen System, sondern gleichzeitig auch die Zahl der positiven Ladungen des Atomkerns an und gestattet — wenigstens im Prinzip — die Elektronengruppierung und damit alle chemischen und physikalischen Eigenschaften des Elementes deduktiv abzuleiten. Sie sollte darum besser nicht wie in den beiden vorliegenden Bänden nur an versteckter Stelle im Absatz „Atomarten" untergebracht, sondern durch deutlichen Druck dem Leser eingeprägt werden. Der Referent gesteht, daß er sie gern auf dem Titelblatt an Stelle der in imponierend großen und fetten Ziffern gedruckten „System-Nummer" gesehen hätte; denn daß Zink die Ordnungszahl 30 hat, ist von größter naturwissenschaftlicher Bedeutung, daß ihm im „Gmelin" die System-Nummer 32 zuerteilt wurde, hat außerhalb des Buches keinerlei Wichtigkeit. Da der Herausgeber — zweifellos aus guten Gründen — es für unzweckmäßig gehalten hat, die natürlichen Ordnungszahlen auch seiner Elementeinteilung zugrunde zu legen, muß seine System-Nummer an irgendeiner Stelle erwähnt werden; aber das geschähe besser doch so, daß sie nicht allzusehr in die Augen springt, um so mehr als auch schon das oben erwähnte „Lexikon der anorganischen Verbindungen" die einzelnen Elemente mit willkürlichen und nur innerhalb des Buches verwendbaren System-Nummern versehen hatte, die sich ihrerseits nicht mit denen des neuen „Gmelin" decken. (Zink hatte dort z. B. die Zahl 26.) Doch wenn in diesem einen Punkte der heutigen festen Überzeugung der theoretischen Physik ruhig durch apodiktischen Fettdruck der natürlichen Ordnungszahlen hätte Rechnung getragen werden können, ist der Referent der Ansicht, daß schon bei der Angabe der „Elektronenanordnung" der Elemente das Literaturzitat der Bohrschen Arbeit, aus der die Zahlen für Zink und Cadmium stammen, hätte genannt werden sollen, da sie von Bohr selber immer nur mit Vorbehalt gegeben und heute bereits durch Arbeiten von Stoner u. a. zweifelhaft geworden sind. Jedenfalls handelt es sich hier nicht mehr wie bei der Ordnungszahl um eine so vielfach gestützte, einfache und fundamentale Erkenntnis, daß kein Gewährsmann genannt zu werden brauchte.

Zu der außerordentlich verdienstvollen Arbeit, die der Herausgeber hier im Verein mit seinen Mitarbeitern geleistet hat, kann man ihm aus vollster Überzeugung Glück wünschen. Es ist ein Werk, daß die besten Traditionen deutscher Gründlichkeit in der wissenschaftlichen Registrierung fortsetzt. Selbstverständlich wird jeder fleißige Benutzer des Buches Stellen finden, die er gerne anders behandelt oder klarer gefaßt gesehen hätte. Wenn man aber bedenkt, daß der Herausgeber sich seinen Stab von Mitarbeitern erst sammeln mußte, daß Lust und Eignung zu ausschließlich literarisch-wissenschaftlicher Arbeit unter begabten jungen Chemikern nicht häufig zu finden sind und daß er die ersten Bände mit noch relativ wenig eingearbeiteten Hilfskräften herausbringen mußte, wird sich keiner, der die Schwierigkeiten eines solchen Unternehmens abschätzen kann, über einzelne Druckfehler und Ungleichmäßigkeiten wundern, deren Zahl übrigens, was besonders vielversprechend ist, in der Richtung Zink-Cadmium bereits einen starken Abfall aufzuweisen scheint. Beide Bände machen inhaltlich und drucktechnisch einen vorzüglichen Eindruck und können als sichere Gewähr dafür angesehen werden, daß hier ein Werk im Entstehen ist, das der Deutschen Chemischen Gesellschaft und der deutschen Wissenschaft zur Ehre gereichen wird.

Fritz Paneth, Berlin.

EUCKEN, ARNOLD, **Grundriß der physikalischen Chemie. Für Studierende der Chemie und verwandter Fächer.** Zweite Auflage. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1924. XII, 505 S. und 99 Abb. 16 × 24 cm. Preis geh. 10, geb. 12 Goldmark.

Das Euckensche Buch gehört ohne Zweifel zu den bedeutendsten Erscheinungen der jüngeren Literatur auf dem Gebiete der Zusammenfassungen über physikalische Chemie. Es ist daher nicht zu verwundern, daß die erste Auflage rasch vergriffen war. Die zweite stellt keinen eigentlichen Neudruck dar, sondern konnte vom Verf. nur in einzelnen Teilen verbessert werden. Dies rührt daher, daß die deutsche Verlegerwelt, anstatt frischfröhlich wieder ans Werk zu gehen, sich immer noch einbildet, die Krise deutscher Bücherproduktion sei noch nicht überwunden. Glücklicherweise ist das Euckensche Buch nicht von Einzelheiten abhängig. Obwohl auf dem Gebiete exakter Naturwissenschaft liegend, beweist es, daß man auch hier von Persönlichkeit sprechen kann. Diese äußert sich darin, daß der Leser auf Schritt und Tritt das Gefühl hat, einen Autor vor sich zu haben, der, wenn er Bekanntes schreibt, es neuschaffend in sich aufgenommen, sozusagen durchlebt hat. Überall sieht man ihn bei selbständigster Auswahl der behandelten Gegenstände immer kritisch den Spuren der wirklich Großen folgen und alles Mindere von sich abstoßen. Dadurch gibt man sich dem Buche mit Vertrauen hin.

Ich habe mich beim Gebrauch seiner ersten Auflage überzeugen können, wie gut und zuverlässig es beispielsweise im Gebiete der Thermodynamik ist. Wenngleich ich in diesem Werke leider zu denen gehöre, die offenbar nichts für die Entwicklung unserer Wissenschaft geleistet haben, also hiernach kaum die Befugnis hätte, ein gewichtiges Wort zu sagen, möchte ich doch meine Stimme dahin verlauten lassen, daß ich es wahrscheinlich dazu bestimmt halte, ein führendes auf unserem Gebiete zu werden.

Ganz anders gestaltet sich aber seine Beurteilung vom Standpunkte des Unterrichts, als Lehrbuch „für Studierende der Chemie und verwandter Fächer". Hier wird ihm seine Schreibart zum Verhängnis. Meine Lehrerfahrung ergab, daß es sehr schwer ist, dies Buch für die Chemiker etwa der Prüfung zum Doktorandum zugrunde zu legen, obzwar meiner Überzeugung nach der Unterricht in meinem Institute stärker als an den meisten übrigen auf mathematischen und physikalischen Grundlagen ruht. Aber das Buch geht in den Anforderungen an die Chemiker zu weit. Es ist in Wirklichkeit *für den Fachmann* geschrieben. Dies liegt nicht darin, daß es nicht möglich sein könnte, „im Nebenfach" die Forderungen dieses Buches durchzusetzen. Die Frage ist vielmehr: *Soll* man solche Forderungen überhaupt aufstellen? Wer imstande ist, sich den Inhalt der physikalischen Chemie in so theoretischer Weise zu eigen zu machen, wie das hier geschrieben steht, soll *Physikochemiker* und nicht Chemiker werden. Dann muß er nämlich auch die andere Seite unserer Disziplin, *unsere* Experimentalmethodik, meistern lernen! Diese beiden Seiten des Faches aber gehören zusammen, aus ihrer Vereinigung erst erblüht das Leben *unserer* Wissenschaft. Anderenfalls läuft man Gefahr, Steine statt Brot zu bieten.

Ich möchte vorschlagen, der Verfasser möge sich bei den neuen Auflagen, die ohne Zweifel kommen werden, mehr und mehr seiner Fähigkeit bewußt werden, von den Jüngeren einer zu sein, der das Zeug hat, ein führendes Werk für Physikochemiker zu schaffen und dauernd neu herauszugeben. Wenn in dem Vorworte zur ersten Auflage betont wird: „unter diesen Umständen bleibt für ein allgemeines zwischen Chemie und Physik stehendes Fach prinzipiell kein Raum mehr übrig", so muß demgegenüber gesagt werden, daß, wenn dies wirklich der Fall wäre, wir Physikochemiker einzig selbst daran Schuld trügen; weder der Physiker noch der Chemiker wie dort behauptet wird. Die physikalische Chemie hat zu keiner Zeit, auch nicht in der klassischen Blüteperiode, einem Selbstzweck gedient, ihre Aufgabe war es immer, Pionierarbeit für andere zu leisten. Darin gleicht sie völlig im Wesen der theoretischen Physik. Im Augenblick, wo das Neue von uns gefunden ist, gehört es als angewandtes (anzuwendendes) Gut wieder in diejenige Wissenschaft zurück, der wir das Problem entnahmen. Nicht nur Chemie und in neuerer Zeit Physik, auch die moderne Mineralogie, Technologie, Geologie, Biologie haben wir befruchtet. Zu solcher Arbeit, immer wieder an der Front den Urwald aufzureißen, brauchen wir scharfe Werkzeuge, die wir gern in einem guten Buche antreffen, und das Euckensche Buch enthält sie. Möge sich also sein Autor mit dieser Aufgabe „begnügen" und sich den Teufel scheren um die Entwicklungen, die von unserem Geiste und Stamme in die Nachbarwissenschaften übergegangen sind, dann wird auch ihm die physikalische Chemie wieder ein „Fach" werden.

Richard Lorenz, Frankfurt a. M.

MAGNUS, R., **Körperstellung.** Experimentell-physiologische Untersuchungen über die einzelnen bei der Körperstellung in Tätigkeit tretenden Reflexe, über ihr Zusammenwirken und ihre Störungen. Berlin: Julius Springer 1924. 753 S. und 263 Abbild. 16 × 24 cm. Preis geh. 27, geb. 28,50 Goldmark.

Der Titel verrät kaum, was dieses Buch gibt: eine als gedankliche wie als experimentelle Forscherarbeit gleich bewunderungswürdige Analyse der Fähigkeit des Säugetierkörpers, sich von der „Erdenschwere" unabhängig zu machen. Nimmt man einem Tiere das Großhirn, so nimmt man ihm Spontaneität und Unberechenbarkeit. Es wird zur Reflexmaschine, zum kunstvollen Automaten, der, in der richtigen Weise aufgezogen, eine Fülle der verwickeltsten Bewegungsvorgänge produziert: Das Tier läuft, springt, schwimmt kaut, putzt sich, zeigt die Korrelate der Affekte: zuckt zusammen, strampelt, schreit, holt Luft mit tiefen, keuchenden Zügen oder hält den Atem an. Alle diese komplizierten motorischen Äußerungen superponieren sich aber auf jene Grundleistung, auf welche durch die Untersuchung von Magnus und seinen Mitarbeitern erst das rechte Licht gefallen ist und die wir mit ihm als „Stellreflexe" bezeichnen können.

Die Fähigkeit, sich zu „stellen", besteht darin, daß das Tier aus jeder beliebigen Ausgangslage zwangsmäßig momentan die natürliche Kopf- und Körperstellung zurückgewinnt. Hält man z. B. eine Katze, ein Kaninchen, einen Affen in Rückenlage frei in der Luft und läßt das Tier dann fallen, so dreht es sich und kommt mit den Füßen auf den Boden zu stehen. Dieses Umdrehen in der Luft ist ein vom Großhirn ganz unabhängiger Vorgang, der sogar zustande kommt, wenn dem Tier auch noch der vorderste Teil des Hirnstammes, der sog. Sehhügel (Thalamus opticus) sowie das Kleinhirn entfernt sind. Legt man ein solches reines „Mittelhirngeschöpf" auf die Seite, so richtet es sich sofort mit Kopf und Vorderkörper auf. Die genauere Untersuchung ergibt, daß zunächst der Kopf in seine natürliche Lage im Raum gebracht wird. Die normale Stellung des Kopfes ist durch zwei Reflexe gewährleistet, von denen der eine bei asymmetrischer Belastung des Rumpfes („Körperstellreflex auf den Kopf") durch einseitige Berührung mit der Unterlage hervorgerufen wird, und durch einen zweiten, der vom Labyrinth seinen Ausgang nimmt und deshalb auch bei den in der Luft schwebenden Tieren in Aktion tritt („Labyrinth-Stellfreflex"). Die Drehung des Kopfes löst dann sekundär die Korrektur der Rumpfstellung aus, d. h. die Verbiegung der Halswirbelsäule resp. die dadurch bedingte Erregung der Tiefensensibilität gibt Anlaß zur Realisierung eines Reflexes, welcher bei dem in Seitenlage befindlichen Tiere durch von vorn nach hinten fortziehende Drehung der Wirbelsäule, schließlich des Beckens das Aufsetzen veranlaßt („Hals-Stellreflex auf den Körper").

Schon die Labyrinthe genügen, um den Kopf wie mit magischer Gewalt im Raum festzubannen, so daß man den Körper des Tieres beliebig um den unverrückbar stehenden Kopf drehen kann. Im Ohrlabyrinth finden sich, abgesehen von der für die Aufnahme der Gehörseindrücke bestimmten Schnecke, noch zwei reizperzipierende Gebilde, das Bogengangssystem und der Otolithenapparat. Man nahm früher im allgemeinen an, daß beide lediglich auf plötzliche Bewegungsänderungen ansprechen, die Bogengänge auf Winkelbeschleunigung, der Otolithenapparat auf Progressivbeschleunigung, z. B. auf Bewegung im Lift. Magnus zeigt nun, daß die Progressivbewegung doch wohl auch von den Bogengängen perzipiert wird, während *die*

Otolithen die Stellreflexe bedingen. Der Otolithenapparat besteht aus einem Sinnesepithel, welchem eine strukturlose, mit Krystallen von kohlensaurem Kalk durchsetzte Membran aufliegt. Dreht man narkotisierte Meerschweinchen auf einer Zentrifuge mit großer Geschwindigkeit, so wird die Otolithenmembran abgeschleudert, während das Bogengangsgewebe unversehrt bleibt. Nach dem Zentrifugieren ist die Fähigkeit der Tiere, sich zu stellen, erloschen, während sie auf Winkel- und Progressivbeschleunigungen in der gewöhnlichen Weise reagieren. Die Stellreflexe sind also an die Integrität des Otolithenapparates geknüpft, und es läßt sich wahrscheinlich machen, daß diese Apparate maximal erregt sind, wenn die Membran am Sinnesepithel hängt, während ein Minimum der Erregung vorzuliegen scheint, wenn die Membran auf das Epithel drückt.

Daß die Körperstellung vom Mittelhirn aus gelenkt wird, geht daraus hervor, daß Abtrennung des Mittelhirns vom Hinterhirn (verlängerten Mark) die Stellreflexe zum Erlöschen bringt, so daß Kopf und Körper nun passiv den Gesetzen der Schwere gehorchen. Durch ein subtiles Experiment konnte dargetan werden, daß eine schon längst als *roter Kern* bekannte Ganglienzellgruppe des Mittelhirns das Zentrum der Stellreflexe ist: Die isolierte Durchschneidung der von ihm ausgehenden Leitungsbahnen bei sonst erhaltener Kontinuität des Hirnstammes führt ebenfalls zur Aufhebung der Stellreflexe.

Sehr bemerkenswert erscheint es, daß, je höher man in der Tierreihe gelangt, desto mehr die Abhängigkeit der Rumpfstellung von der des Kopfes zurücktritt. Beim Affen dominieren bereits „Körperstellreflexe auf den Körper", d. h. die asymmetrische Belastung einer Körperseite richtet bereits primär den Körper in die Normalstellung ohne das Zwischenglied des Halsstellreflexes nach vorangehender Kopffixation durch Labyrinthstellreflexe und Körperstellreflexe auf den Kopf.

Der rote Kern hat, wie aus den Experimenten von MAGNUS hervorgeht, noch eine andere wichtige Funktion, nämlich die Regulierung der Spannungsverteilung zwischen Beuge- und Streckmuskulatur der Extremitäten. Es ist seit den Untersuchungen SHERRINGTONS bekannt, daß Durchtrennung des Hirnstammes zwischen Mittel- und Hinterhirn eine rasch einsetzende mächtige Steifigkeit oder Starre der Streckmuskulatur bedingt, so daß die Tiere „stehen", allerdings bei jedem Bewegungsimpuls oder bei jedem Anstoß umfallen, weil sie sich nicht „stellen" können. Diese Enthirnungsstarre ist wiederum auch durch alleinige Ausschaltung der vom roten Kern ausgehenden Bahnen zu erzielen. Hat man die Enthirnungsstarre erzeugt, so kann man sich, wie MAGNUS und seine Mitarbeiter durch eine Fülle sinnreicher Versuche dartun, unschwer davon überzeugen, daß der Grad der in den Streckern vorhandenen Spannung durchaus von der Stellung des Kopfes abhängig ist, und wiederum sind es sowohl die Labyrinthe als auch die Verbiegungen der Halswirbelsäule, welche für diese „tonischen" Reflexe verantwortlich sind. Hebt man dem Tiere den Kopf, so strecken sich sofort die vorderen Extremitäten, während sie in sich zusammensinken, wenn man den Kopf der Brust nähert. Dieser Reflex ist sowohl von den Labyrinthen wie vom Halse auslösbar. Er kommt noch zustande, wenn die Labyrinthe zerstört sind, aber er ist ebenfalls sehr deutlich, wenn man den Hals durch Eingipsen unbeweglich macht und dann die nämliche Bewegung des nun starr mit dem Körper verbundenen Kopfes durch Drehen des ganzen Tieres um seine Längsachse ausführt. Im letzten Falle können nur die Labyrinthe die Quelle der Extremitätenstreckung sein, denn jetzt fehlt der Reflex nach ihrer Zerstörung, übrigens auch schon nach Zentrifugieren der Tiere: er ist also wiederum auf den Otolithenapparat zu beziehen. Die Otolithenapparate sind demnach nicht nur für die Stellung, sondern auch für die Haltung des Körpers von großer Bedeutung.

Jeder Drehung und Wendung des Kopfes entspricht eine durch das Zusammenwirken von Hals- und Labyrinthreflexen gegebene Spannungsverteilung in den Streckern, die so lange anhält, als die auslösende Änderung der Kopflage aufrechterhalten wird. Es handelt sich hier um einen praktisch unermüdbaren Dauerreflex, der einmal die Aufgabe hat, dem „gestellten" Tiere eine bestimmte *Haltung* gegen Einflüsse der Schwere zu sichern, andererseits für den Ablauf der dynamischen Aktionen, des Laufens, Springens usw. jeweils die günstigste Konstellation schafft.

Auch am Menschen läßt sich der Einfluß des Kopfes auf die Haltung der Glieder demonstrieren, allerdings nur dann, wenn der Zusammenhang der niederen Hirnteile mit dem Großhirn gelockert ist, also vor allem an schwer gehirnkranken Patienten, z. B. an jungen Kindern mit hochgradigem Wasserkopf.

Die Erhaltung des Gleichgewichtes hat man vor allem dem Einflusse des Kleinhirns zugeschrieben. MAGNUS und seine Mitarbeiter zeigen, daß die Mehrzahl der Stellreflexe, die tonischen Dauereinflüsse auf die Gliedmaßen, ja selbst die kompensatorischen Reaktionen auf plötzliche Beschleunigung auch nach totaler Entfernung des Kleinhirns unverändert zustande kommen. Der Hirnstamm genügt durchaus, um Körperstellung und Körperhaltung zu garantieren. Die Funktion des Kleinhirns wird wiederum problematisch und muß von Grund aus neu erforscht werden.

Es konnte und sollte hier nur in den gröbsten Umrissen und in den Grundzügen skizziert werden, wohin die von MAGNUS im Verein mit ausgezeichneten Mitarbeitern angestellten Untersuchungen zielen. Es würde viel zu weit führen, auseinanderzusetzen, wie es ihnen mit Hilfe der von ihnen aufgedeckten Tatsachen gelingt, die statischen und kinetischen Phänomene zu entwirren, welche sich unter abnormen Bedingungen, z. B. nach einseitiger Labyrinthexstirpation oder halbseitiger Durchschneidung von Gehirnteilen ergeben. Es ist nicht immer eine leichte Aufgabe, der Analyse bis ins einzelne zu folgen. Keiner aber, der, vom Interesse für biologische Fundamentalprobleme getrieben, sich in die Lektüre dieses Buches vertieft und der Mühe seines Studiums sich unterzieht, wird es ohne das Gefühl eines ästhetischen Genusses, wie er nur im Anschauen und in der geistigen Reproduktion einer meisterlichen Forscherleistung sich einzustellen pflegt, wieder aus der Hand legen.

E. FRANK, Breslau.

ABEL, V., **Geschichte und Methode der Rekonstruktion vorzeitlicher Wirbeltiere.** Jena: Gustav Fischer 1925. VIII, 327 S. und 255 Abbild. 16 × 24 cm. Preis geh. 14, geb. 16 Goldmark.

Die *Fossilrekonstruktion* gehört ohne Zweifel mit zur Tierbeschreibung, als der, wenn auch subjektivste, so doch gerade dadurch wertvollste Teil. Der Fortschritt der Wissenschaft geschieht viel weniger durch das Aufsammeln, Beschreiben und Katalogisieren des Materials, als vielmehr mit dessen geistiger Durchdringung. In der Rekonstruktion finden wir den vollen Ausdruck des Umfanges der Kenntnisse über ein Tier und seine Lebensweise — mit ihr stellt der Forscher im kleinen ein wissenschaftliches Lehrgebäude, eine

Hypothese auf; ein Provisorium wird geschaffen, und damit wird der Weg des Fortschreitens über das Material, über die bloße Wissenschaft der Tatsachen — die immer subaltern bleibt — hinaus betreten, jener fruchtbringende Weg, dessen Verfolgung uns am besten die Irrtümer und die daraus erblühenden Fortschritte einschätzen läßt.

Ein einleitender kurzer, sehr lehrreicher Abriß führt uns von den ältesten Ausgeburten der Phantasie, denen immerhin gewisse tatsächliche Befunde zugrunde lagen, über die ersten wissenschaftlichen Versuche zu CUVIERS Zeiten und über die immer wieder überwuchernde Lust am Popularisieren, an der Sensation, — über zahlreiche Irrtümer, zu den späteren und neuesten, unter Berücksichtigung möglichst aller Umstände gemachten Versuche, die besonders in Amerika, dank den dort so reichlichen Wirbeltierfunden, zu hoher Blüte gelangten.

Eine kurze Darlegung der heute ziemlich allgemein herrschenden Anschauungen bezüglich des Verhältnisses von Umwelt zu Organismus, und damit ein Hinweis auf die überragende Bedeutung paläobiologischer Forschung, die ihren Aufschwung in erster Linie dem Verfasser verdankt, bildet gewissermaßen das Motto des Buches.

Die Grundlage der Rekonstruktion bildet — nebst der Sicherheit, daß die Knochen wirklich nur *einer* Art, womöglich nur *einem* Individuum angehören, und daß die zerbrochenen richtig zusammengesetzt sind — naturgemäß vor allem die genaue Kenntnis der Morphologie dieser Knochenreste. Die Rekonstruktion ist leichter bei Tieren mit jetzt lebenden Verwandten, viel schwieriger etwa bei den zahlreichen ausgestorbenen Reptilien mit ihrer unvergleichlichen Formenfülle; hier wird das Abheben auf lebende Tiere von ähnlichem Habitusbild und daher wohl auch ähnlicher Lebensweise unter Umständen von Erfolg sein.

Ein erster Fingerzeig ist oft schon durch Lage und Stellung fossiler Skelette (Winkel der Gliedmaßenteile zueinander, des Halses zum Kopf u. dgl.) gegeben; das Studium der Gelenkverbindung benachbarter Knochen, der Muskelansatzstellen hilft weiter.

Eine wichtige Vorarbeit zur richtigen Aufstellung der Skelette bildet die zeichnerische oder modellmäßige Darstellung; scharf wird die Methode verurteilt, durch Montieren von Knochen *verschiedener* Individuen oder durch Einfügung von Knochenmodellen vollständige Skelette *eines* Tieres vorzutäuschen.

Eine notwendige Ergänzung bildet die Rekonstruktion der Umwelt mit ihrer Landschaft, Vegetation und Begleitfauna, die erst das volle Lebensbild ergibt; Voraussetzung ist, daß der Fossilfundort nicht ohne weiteres als Wohnort aufgefaßt wird; er ist zunächst nur der Sterbeort oder sogar nur der natürliche Begräbnis- oder Fossilisationsplatz. Jedenfalls sind die sog. Menageriebilder zu beanstanden, die sämtliche Tiere und Pflanzen irgendeiner geologischen Periode zugleich auf einer „idealen Landschaft" darstellen; sie sind durchaus unnatürlich und können nur falsche Vorstellungen erwecken.

In den zahlreichen Beispielen finden wir eine Fülle von Anregung. Außerordentlich interessant ist z. B. der Vergleich der Lebensweise des Flugreptils *Rhamphorhynchus* mit derjenigen der lebenden Scherenschnabel-Vögel, der die weitgehende Konvergenz aufzeigt, ferner die Besprechung der Anschauungen über das baumbewohnende Reptil *Hypsilophodon*. Sehr instruktiv ist die Darlegung der Schädel-Hals-Muskulatur beim nashornähnlichen Reptil *Triceratops*, oder der Becken-Schenkel-Muskulatur bei *Tyrannosaurus*; sie zeigt, welche Perspektiven auch die rein morphologische Auswertung der Knochen eröffnet. Trefflich sind ferner die Auslassungen über Bau und Funktion der Extremitäten des Elefanten und die Anwendung auf fossile Rüsseltiere und ihre Gangart. Vor unserem Auge taucht eine Fülle von Fragen auf, z. B. diejenige, wie sich die verschiedenartige Rückenlinie des indischen und afrikanischen Elefanten anatomisch in der Gelenkungsart der Wirbel äußert u. a.

Ein Wunsch möge hier geäußert werden, der vielleicht bei einer späteren Auflage des Buches, das sich doch an einen weiteren Kreis wendet, berücksichtigt wird: eine kurze Darstellung der wichtigsten anatomischen Grundlagen etwa für die Annahme des bipeden Ganges, oder für das Erkennen des Sohlengehens im Gegensatz zur Erhebung auf Finger- bzw. Zehenspitzen.

Jedenfalls gibt das treffliche Buch einen richtigen Eindruck von der Wichtigkeit dieses durch viele dilettantische und phantastische Versuche in Verruf geratenen Wissenszweiges, von der enormen Schwierigkeit einer naturgemäßen Darstellung, von den Wegen, die dabei gangbar sind, an deren Anfängen wir uns erst befinden, und die *mit* zu betreten Zoologie und Anatomie berufen sind. Die Beobachtung des lebenden Tieres, seiner Anpassungen und der Mechanismus ihrer Auswirkung bis ins einzelne, wird das wichtige Vergleichsmaterial für den Paläobiologen geben, und mit Freuden stellen wir fest, daß dieser Weg, dessen Verfolgung eine ungeahnte Entwicklung unserer Kenntnisse bringen wird, neuerdings auch von der Anatomie da und dort beschritten wird.

E. WEPFER, Stuttgart.

WALTHER, JOHANNES, **Allgemeine Paläontologie. Geologische Fragen in biologischer Betrachtung.** I. Teil: Die Fossilien als Einschlüsse der Gesteine. II. Teil: Die Vorgänge des Lebens in der Vorzeit. III. Teil: Die geologische Umwelt der Fossilien (unvollständig). Berlin: Gebr. Borntraeger. Erster Teil des Buches ausgegeben im Jahre 1919.

WERTH, EMIL, **Der fossile Mensch** (unvollständig). Berlin: Gebr. Borntraeger 1923. I. Teil 1921, II. Teil 1923.

Der rührige Verlag *Borntraeger* in Berlin hat seit einigen Jahren eine Einrichtung getroffen, selbständige wissenschaftliche Werke in getrennten Teilen erscheinen zu lassen. Dies hat den Nachteil, daß die *letzten* Teile der so behandelten Werke, die willkürlich, wie z. B. im Falle des ausgezeichneten Buches von EMIL WERTH, mitten im Satze auf S. 576 abbrechen, unverhältnismäßig spät veröffentlicht werden und daß hinsichtlich der Verwertung der Literatur eine gewisse Inkongruenz zwischen den einzelnen Abschnitten der Werke entstehen muß.

Ein eingehendes Referat über die beiden hier genannten Werke, über die z. T. ohnehin bereits berichtet wurde, wird erfolgen, wenn sie *abgeschlossen* vorliegen.

Referent kann sein Bedauern nicht unterdrücken, daß ein so vorzügliches Werk, wie es das von EMIL WERTH ist, noch nicht zur Ausgabe gebracht werden konnte, doch sei schon jetzt ausdrücklich darauf verwiesen, daß dieses Buch in seiner Anlage und Durchführung, soweit aus den zwei bisher erschienenen Teilen ein Urteil gefällt werden darf, als vortrefflich bezeichnet werden muß.

OTHENIO ABEL, Wien.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Untersuchung der Eigenschaften dünner Schichten mit Hilfe der Röntgenstrahlen. Vortrag, gehalten von Sir WILLIAM BRAGG am 16. Januar im Royal Institution. (Nature, 21. Februar 1925.) Für alle Vorgänge, bei denen das Verhalten der Körperoberflächen die wesentliche Rolle spielt, ist das Studium der dünnen Schichten von höchstem Interesse. Hierher gehören die vielen verschiedenen Probleme der Oberflächenspannung; andererseits sind Katalyse, Reibung, Schmiermittel Stichwörter, die zu nennen sind.

Obgleich man mit Röntgenstrahlen weiter in das Gebiet des Kleinen eindringen kann, als es das Mikroskop gestattet, kann man diese dünnen Schichten doch nicht direkt mit Röntgenstrahlen untersuchen. Denn diese messen nur die Abstände einer Schichtung, geben aber nicht Auskunft über Dicke und Konstitution einer einzelnen Schicht. Wie sie aber auf indirektem Wege doch Schlüsse zu ziehen erlauben und mit anderen Methoden gewonnene Anschauungen zu stützen vermögen, wird in dem vorliegenden Vortrage gezeigt.

Wir wissen jetzt, daß der schwarze Fleck einer Seifenblase aus einer Doppelschicht von Ölsäuremolekülen besteht, deren einzelne Moleküle senkrecht oder geneigt zur Schicht stehen, mit den reaktionsträgen Methylgruppen nach außen gerichtet und in der Mitte durch die Carboxylgruppen gegeneinander verankert. Nach den Rändern des Häutchens treten Verdoppelungen, Verdreifachungen dieser Einheitsschicht auf, bis man schließlich Dutzende zählt. So wird die violette Farbe des Seifenblasenregenbogens durch 37—38 solcher Doppelschichten geliefert, was für die einzelne eine Dicke von ca. 40—50 Å ergibt. Die gegenseitige Verankerung in der Mitte durch die Carboxylgruppen entspricht dem Verhalten von Ölsäureschichten auf Wasser, bei denen nämlich die langen Ketten senkrecht stehen, mit den Carboxylgruppen ins Wasser und den Methylgruppen nach außen gerichtet. Die Länge des Ölsäuremoleküls beträgt ca. 23 Å, also in guter Übereinstimmung mit der Auffassung von der Doppelschicht in Seifenblasen.

Aber nicht nur auf Wasseroberflächen oder als flüssige Häutchen, sondern auch im festen Zustande tritt diese eigenartige Molekülanordnung bei Fettsäuren, Kohlenwasserstoffen, Alkoholen und bei andern langkettigen Molekülen auf: Bringt man ein wenig dieser Substanzen auf eine Glas- oder Quarzplatte, sei es durch Schmelzen oder noch besser durch Pressen, so erhält man eine Schichtung, die in gewöhnlicher Weise röntgenographisch untersucht, Linien bis zu zehn und mehr Ordnungen liefert, während die Spaltebenen der entsprechenden Krystalle meist einen steileren Intensitätsabfall der Ordnungen zeigen. So läßt sich die Dicke der Schichten leicht bestimmen. Wenn man diese für irgendeine Serie als Funktion der Anzahl von Kohlenstoffatomen in der Kette aufträgt, so findet man, außer in den Fällen kurzer Ketten, eine exakt lineare Abhängigkeit. Diese ist für Fettsäuren, Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Ketone und in andern Fällen gezeigt. Man könnte hieraus die Längen der Moleküle berechnen, wenn man die Neigung derselben gegen die Schichtnormale kennte. Außerdem kann man aus den Röntgenaufnahmen schließen, daß die Fettsäuren Doppelschichten bilden, die Kohlenwasserstoffe dagegen nicht. Diese Schichten sind den vorher betrachteten flüssigen Häutchen ganz analog, z. B. ist die Dicke der Doppelschicht der festen Ölsäure zu 36 Å gefunden worden, ein Wert, der sich dem für die flüssigen Schichten gefundenen gut anpaßt.

Dieselben Bedingungen, die zur Bildung dieser flüssigen oder festen Schichten führen, scheinen auch bei festeren Krystallen wirksam zu sein. Es ergibt sich auch da eine gewisse Schichtung in den Krystallen langkettiger Moleküle, die sich in leichter Spaltbarkeit äußert und infolge des leichten Gleitens der Schichten übereinander den Krystall fettig anzufühlen macht. Beispiele sind Naphthalin und Anthrazen.

Für die Brauchbarkeit als Schmiermittel ist also maßgebend, daß in jeder Schicht die Moleküle recht fest aneinander gekettet sind, aber zwischen den einzelnen Schichten so gut wie keine Bindungen bestehen. Oft ist eine solche Schichtung von vornherein nicht vorhanden, sondern wird erst durch Druck hervorgerufen. Ob die dann noch vorhandene Reibung zwischen den Schichten wirklich auf intramolekularen Bindungen beruht oder in den Fällen größter Schlüpfrigkeit gar nicht mehr vorhanden wäre, wenn die Krystallisation eine ideale wäre, ist nicht bekannt. Aber jedenfalls kann die Reibung so klein werden, daß PERRIN die Brownsche Bewegung eines Schichtstückes auf einem andern nachweisen konnte.

Zum Schluß streift Verf. noch kurz die Bedeutung der Kenntnis der Oberflächenschichten für die Deutung der Katalysenvorgänge. v. SIMSON.

Der Einfluß der Kopfhaltung auf die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes. In seinem Aufsatz über „Lebensgewohnheiten als Grundlage von Sinnestäuschungen" (Die Naturwissenschaften 1925, Jg. 13, S. 117—122, 134—142) behandelt EMIL v. SKRAMLIK auch Täuschungen, die bei einer Änderung der Kopfhaltung eintreten. Zur Ergänzung der zahlreichen, von ihm mitgeteilten Beeinflussungen sei darauf hingewiesen, daß auch der Eindruck, den wir normalerweise von der Form des Himmels als eines stark abgeplatteten, keineswegs halbkugelförmigen Gewölbes empfangen, durchaus von der Kopfhaltung beeinflußt wird. Hängt man sich an einem Reck mit abwärts gekehrtem Kopfe auf und betrachtet in dieser Stellung den Himmel oder legt man sich auf den Rücken und blickt nach dem Zenit, so erscheint die Form des Gewölbes verändert, woraus sich ohne weiteres ergibt, daß die Vorstellung von der uhrglasförmigen Gestalt des Himmelsgewölbes durch psychologische Vorgänge erweckt wird, und daß hierbei in erster Linie die Blickrichtung bzw. die Kopfhaltung eine Rolle spielt. Einen ausführlicheren Hinweis darauf habe ich bereits früher veröffentlicht (Die psychologische Erklärung der scheinbaren Gestalt des Himmelsgewölbes. Die Naturwissenschaften 1919, Jg. 7, S. 510—511).

Im übrigen kann ich mich nur den Wünschen anschließen, mit denen ALOYS MÜLLER seine kritische Bearbeitung des Problems (Beiträge zum Problem der Referenzflächen des Himmels und der Gestirne. Arch. f. d. ges. Psychol., Leipzig 1921, 41, 47—87.) schließt. Ein Fortschritt auf diesem Gebiete ist nur dann zu erzielen, wenn die üblichen Beobachtungen sorgfältiger und systematischer als bisher, sowie unter Benutzung aller Vorsichtsmaßregeln angestellt werden, die der psychische Charakter der Untersuchungen erheischt.

Von ganz besonderem Wert sind, auch darin stimme ich mit A. MÜLLER überein, Beobachtungen auf hoher See, weil dort eine ganze Reihe von störenden Einflüssen ausgeschaltet ist. Man darf daher hoffen, daß dieser wichtigen Frage die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt werden wird, wenn sich deutschen Forschern oder wissenschaftlichen Expeditionen einmal Gelegenheit zu längeren Seereisen bieten sollte. O. BASCHIN.

On the flattening and the constitution of the earth. (W. DE SITTER, Proveedings der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam **27**, 233, 1924.) Es kann als sicher gelten, daß die Erde von innen heraus bis zu einer geringen Tiefe unter der Oberfläche nach den Gesetzen der Hydrostatik aufgebaut ist, derart, daß alle Äquipotentialflächen auch Flächen gleicher Dichte sind und der Satz von CLAIRAUT gilt. Oberhalb dieser Fläche, die als isostatische Fläche (S_0) bezeichnet werden kann, ist dies nicht mehr der Fall, wie aus den Unregelmäßigkeiten in der Verteilung von Land und Wasser zu ersehen ist. Wenn wir uns aber diese Massenunregelmäßigkeiten durch eine äquivalente hydrostatische Massenlagerung ersetzt denken, so gilt der Clairautsche Satz bis zu einer idealen Oberfläche S_1. Die wahre Erdoberfläche, das Geoid, pflegt man durch ein Sphäroid S zu setzen, welches sich ihr am besten anschließt, welches aber keine Äquipotentialfläche mehr sein kann. Es wird nun der Unterschied zwischen den beiden Flächen S und S_1 untersucht, wozu eine Entwicklung bis zu Größen zweiter Ordnung notwendig ist. Die Unterschiede sind außerordentlich klein, 1,8 m im Polarhalbmesser und 0,9 m im Äquatorialhalbmesser, in dem Sinne, daß S_1 stärker abgeplattet ist als S.

Als neuer Wert der Abplattung ergibt sich $\frac{1}{a} = 296{,}92$,

wobei gezeigt wird, daß die Unsicherheit des Wertes hauptsächlich von der Mondmasse herrührt, aus welcher bekanntlich durch Vermittlung der Präzession die Differenz der Trägheitsmomente gerechnet werden muß. Das Wichertsche Dichtegesetz ist mit diesem Werte vereinbar. A. PREY.

Neue amtliche Kartenwerke.

A. Herausgegeben von der *Reichskartenstelle des Reichsamtes für Landesaufnahme* (Berlin NW. 40, Moltkestr. 5).

1. Die D.-M.-Karte (Deutsche Motorradfahrer-Karte) 1 : 300 000. Preis jedes Blattes 1 M. Blatt: Berlin, Cassel, Chemnitz, Darmstadt, Dresden, Erfurt, Frankfurt a. M., Halle, Hamburg, Hannover, Magdeburg, München, Nürnberg, Stuttgart.

Die Karte ist unter Mitwirkung des Deutschen Motorradfahrerverbandes auf Grundlage der amtlichen Übersichtskarte von Mitteleuropa 1 : 300 000 bearbeitet worden. Alle, für Motorräder zu jeder Jahreszeit befahrbaren Straßen sind mit einem kräftigen Rot bezeichnet, das sich deutlich von dem Grün der Wälder und dem Blau der Gewässer abhebt. An den einzelnen Straßenabschnitten sind die Entfernungen in Kilometern mit roten Ziffern angegeben. Tabellen auf den Kartenrändern zeigen die Entfernungen auf den Hauptreisestrecken auch nach den außerhalb des Kartenblattes gelegenen, wichtigeren Orten.

2. Kreiskarten. 1 : 100 000. Schwarzdruck mit farbig eingedruckter Kreisgrenze. Preis jedes Blattes 0,80 M. Blatt: Elbing, Schweinitz im Reg.-Bez. Merseburg.

3. Kreiskarte. 1 : 100 000. In 3 Farben. 0,90 M. Blatt Sensburg.

4. Wintersportkarte von Oberhof i. Thüringen. 1 : 25 000. In 4 Farben mit Einzeichnung der Skiübungsplätze nebst Ski- und Schlittenwegen. 1,30 M.

5. Meßtischblätter auf Grund von Neuaufnahmen. 1 : 25 000. Schwarzdruck. Vorläufige behelfsmäßige Ausgabe in Photoalgraphie. Preis jedes Blattes 2 M. Blatt Nr. 479 Barten, 480 Drengfurth, 481 Angerburg, 482 Buddern, 639 Rastenburg, 725 Weißenburg, 730 Jucha, 811 Kossewen, 815 Skomatzko, 816 Grabnick, 905 Peitschendorf, 907 Sdorren.

B. Herausgegeben von der *Preußischen Geologischen Landesanstalt* (Berlin N. 4, Invalidenstr. 44).

1. Geologische Karte von Preußen und den benachbarten Bundesstaaten. 1 : 25 000. Preis jedes Blattes mit Erläuterungen 6 bzw. 8 M.

Gradabt. 43, Blatt 32 Dolle. — 38 Kolbitz. — 39 Rogätz. — 45 Niegripp.

Gradabt. 45, 33 Rüdersdorf. Neue Ausgabe. — 46 Storkow. — 49 Sperenberg. — 50 Teupitz. — 51 Wend. Buchholz.

Gradabt. 53, 46 Plettenberg. — 47 Endorf. — 52 Attendorn. — 53 Altenhunden. — 58 Olpe. — 59 Kirchhunden.

Gradabt. 66, 5 Mülheim a. Rh. — 11 Wahn. — 17 Bonn. — 23 Godesberg.

2. Geologische Übersichtskarte von Deutschland. Abteilung Preußen und Nachbarstaaten. 1 : 200 000. Preis jedes Blattes 8 M. Blatt Halle, Neustrelitz, Prenzlau, Stettin, Treptow a. R. O. B.

Astronomische Mitteilungen.

Die Sternleeren der Milchstraße. Es ist eine eigenartige Erscheinung, daß sich den leuchtenden Gasnebeln meist sternarme Gegenden anschließen. Durch die Untersuchungen von HUBBLE (Astrophys. Journ. 56) wissen wir, daß die hellen galaktischen Nebel jedenfalls in erborgtem Lichte erstrahlen, dessen Quelle benachbarte oder in die Nebel eingeschlossene Sterne bilden. Es ist daher kaum daran zu zweifeln, daß jene sternarmen Gegenden Fortsetzungen der hellen Nebel darstellen, welche kein Licht ausstrahlen und sogar das Licht der hinter ihnen stehenden Sterne großenteils auslöschen. Professor MAX WOLF hat einige Sternleeren der Milchstraße untersucht (Astr. Nachr. **219**, S. 109—116, Seeliger-Festschrift S. 312—327, Astr. Nachr. **223**, S. 89—100). Durch Abzählungen der Sterne gelingt es ihm zu zeigen, daß es sich hier tatsächlich um Absorptionsgebiete handelt. Wir erhalten auch sonst noch interessante Einblicke. Drei Sternleeren sind es, welche WOLF eingehend erforscht hat: Die bei 52 Cygni, bei S. Monocerotis und bei ξ Cygni (beim Amerikanebel). Die Arbeitsmethode ist die folgende: Die Sternanzahlen verschiedener Größenklassen werden an Hand von Aufnahmen für viele kleine Bildteile bestimmt. Es werden dann die Sterndichten in den Leeren verglichen mit jenen, welche sich für die Füllen (sternreiche Gegenden) ergeben. Es soll die Anzahl der Sterne von der Größe m pro Quadratgrad für die unverhüllten Gegenden mit A (m), für die Sternleeren mit A' (m) bezeichnet werden. Was nun die Umgebung von 52 Cygni betrifft, so wachsen natürlich sowohl die A, wie die A' mit m an. Anfangs sind A und A' einander gleich. Bei der 11. Größe tritt eine Spaltung ein, indem die log A' nun hinter den log A zurückbleiben. Diese Differenz vergrößert sich bis zur Größe 12 und bleibt von nun an konstant, wenigstens soweit wir den Sachverhalt verfolgen können (bis 17. Größe). Die verdunkelnde Wolke liegt also in einer Entfernung, die im Mittel die Sterne 11. bis 12. Größe besitzen (600—800 parsecs). Die helleren Sterne liegen daher meist vor der Wolke, werden also nicht von ihr beeinflußt. Die schwächeren (ferneren) Sterne erleiden Absorptionen, die unter sich gleich sind (Differenz log A—log A' konstant), liegen also hinter der Wolke. Die Absorption der Wolke beträgt $1^M{,}0$, also

60%. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei S. Monocerotis. Hier überwiegen sogar die hellen Sterne in den Leeren gegenüber den Füllen. Bei der 11. Größe tritt die Umkehr ein. Die Differenzen steigen dann an bis zur 14. Größe, von wo ab sie konstant bleiben und einer Absorption von $2^M,1$, also fast 83% entsprechen. Die Dichte der dunklen Wolke bei S. Monocerotis scheint aber trotz der höheren Absorption geringer zu sein als bei jener bei 52 Cygni. Denn die Zunahme der Extinktion von 0 auf $2^M,1$ ist bei ersterer auf volle 3 Größenklassen verteilt, während bei letzterer auf $1^M,0$ Größenklassen bereits eine Extinktion von $1^M,0$ kommt. Eigenartigere Ergebnisse förderten die Untersuchungen der Sternleeren beim Amerikanebel zutage. Die Sterne der 5. bis 7. Größe zeigen in ihrer Dichte keine Unterschiede zwischen Leeren und Füllen, bei den Sternen von der Größe 7,5 bis 8,5 tritt sogar die Umkehrung ein: Die Sternzahl in den Leeren ist 2,3 × Sternzahl der Füllen. Erst von der 9. bis 10. Größe ab sind die Leeren weniger dicht bevölkert als die Füllen. Die abfangende Wolke befindet sich in der Entfernung der Sterne 8. bis 9. Größe; ihre Extinktion beträgt $^1/_2{}^M$. Sie bleibt konstant bis zur 12. Größe. Von hier an nimmt die Leerenwirkung, im Gegensatz zu den Erscheinungen bei 52 Cygni und S. Monocerotis, wieder zu. Die Differenzen in den log der Sternanzahlen nehmen zu, soweit wir sie verfolgen können (bis zur Größe 16.5). Wolf gibt folgende plausible Erklärung: Wir haben bei ξ Cygni zwei dunkle Wolken, die hintereinander lagern, entfernt um den Abstand (von etwa 500 parsecs) der Sterne von der 12. Größe von jenen der 9. Größe. Die vordere Wolke ist zart und dünn, die fernere dagegen von großer Tiefenausdehnung; in der Entfernung der Sterne von der Größe $16^M,5$ ist ihr rückwärtiges Ende noch nicht erreicht. Wir erwähnten eingangs, daß die dunklen Nebel wohl die Fortsetzungen der hellen Nebel bilden. Diese Vermutung wird gestützt durch die Ergebnisse von Wolf. Die Zunahme der hellen Sterne ist nämlich geknüpft an die Gegenden leuchtender Nebel und ihre Grenze. Es scheint also, daß die dunklen Wolken an den hellen Nebeln nicht bloß scheinbar, sondern auch wirklich anliegen. Im Falle von ξ Cygni ist es die vordere Wolke, welche mit den leuchtenden Nebelmassen in Verbindung steht. R. Hess.

Die Entfernung des Andromedanebels. Die Frage, ob die Spiralnebel zu unserem Sternsystem gehören, oder selbständige, entfernte Sternsysteme sind, die ihrer Ausdehnung und Sternanzahl nach mit dem Milchstraßensysteme vergleichbare „Weltinseln" darstellen, gehört bekanntlich zu den zur Zeit noch ungelösten Problemen der Astronomie. Nun führen die zahlreichen, namentlich im Andromedanebel beobachteten neuen Sterne, unter der Annahme, daß sie dieselben absoluten Helligkeiten erreichen, wie die in unserem Sternsystem auftretenden Novae, für diesen Nebel auf eine Entfernung von mindestens 600 000 Lichtjahren, bei der er weit außerhalb der Grenzen sogar des durch die Untersuchungen von Shapley über die Entfernungen der Kugelsternhaufen erweiterten Milchstraßensystems zu liegen kommen würde, und eine mit der Milchstraße vergleichbare räumliche Ausdehnung haben müßte. Die inneren Bewegungen aber, die Kostinski, van Maanen und andere in einigen Spiralnebeln festgestellt zu haben glauben, deuten auf viel kleinere Dimensionen dieser Objekte und entsprechend kleinere Entfernungen. Allerdings wird die Richtigkeit der van Maanenschen Resultate neuerdings, namentlich von Lundmark, stark in Zweifel gezogen.

Einen neuen wichtigen Beitrag zur Klärung dieser strittigen Frage bringt das Februarheft von Popular Astronomy in einer kurzen Notiz, die den Inhalt eines von Hubble vor der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft neulich gehaltenen Vortrages wiedergibt. Diesem Astronomen ist es auf dem Mount Wilson Observatorium gelungen, im Andromedanebel zahlreiche veränderliche Sterne zu entdecken, von denen 12 der Klasse der sog. „Cepheiden", (δ Cephei-Typus) angehören. Da für Sterne dieser Klasse die bekannte, von Shapley untersuchte und zur Ableitung der Entfernungen von Kugelhaufen benutzte Korrelation zwischen der Periodenlänge ihres Lichtwechsels und ihrer mittleren absoluten Helligkeit besteht (das Mittel zwischen maximaler und minimaler absoluter Helligkeit hängt nur von der Periode ab und ist um so größer, je länger die Periode ist), können aus den nunmehr bekannten Perioden der 12 Veränderlichen ihre absoluten Helligkeiten abgeleitet werden, und diese gestatten dann, in Verbindung mit ihren direkt bestimmten scheinbaren Helligkeiten, sofort ihre Entfernungen, und somit auch die Entfernung des Nebels, in dem sie liegen, zu berechnen. Letztere erweist sich nun als ganz ungeheuer groß, nämlich gleich 950 000 oder rund 1 Million Lichtjahre. Eine Entfernung von derselben Größenordnung hat Hubble durch ein ähnliches Verfahren auch für den bekannten Spiralnebel Messier 33 Trianguli gefunden. Da es ihm ferner gelungen ist, mit Hilfe des großen 100zölligen Spiegelteleskops des Mount Wilson Observatoriums, die äußeren Partien des Andromedanebels in Myriaden von schwachen Sternen zu zerlegen, scheint die Hypothese, daß die Spiralnebel entfernte „Weltinseln" sind, wieder sehr stark an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen. P.

Der Asteroid 323 Brucia bietet historisches Interesse, da er der erste nach der 1891 von M. Wolf-Heidelberg eingeführten ungemein erfolgreichen photographischen Aufsuchungsmethode entdeckte Planet ist. Das Objekt konnte leider nur vom 20. Dezember 1891 bis zum 1. Januar 1892 beobachtet werden, so daß bei der kurzen Zwischenzeit die Bahnbestimmung von A. Berberich ziemlich unsicher ausfiel und ein Aufsuchen in den späteren Oppositionen erfolglos blieb. Im Jahre 1923 fand G. H. Peters-Washington ein Objekt 12,5 Größe, dessen Bahn Ähnlichkeit hatte mit der von 323 Brucia. In der folgenden Opposition 1924/25 konnte es sehr lange verfolgt werden. Aus den Beobachtungen von August 15 Washington, November 6 und Januar 14 Heidelberg erhielt ich folgende Bahnelemente:

Perihel durchgang	T	1924 Sept. 2,8
Große Halbachse	a	2,382 Astr. Einh.
Umlaufszeit	U	3,676 Jahre
Exzentrizität	e	0,301
Neigung	i	24° 12′
Knotenlänge	Ω	97 21
Perihellänge	π	27 54

Mit Berücksichtigung genäherter Jupiterstörungen und einer empirischen Korrektion $\Delta\mu = -0'',305$ der mittleren täglichen Bewegung werden alle Beobachtungen von 1923 NT und 323 Brucia innerhalb der Genauigkeit der vierstelligen Rechnung völlig dargestellt. Die Identität beider Objekte ist damit festgestellt und die interessante Bahn des über 30 Jahre vermißten Planeten gesichert. G. Stracke.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.